



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Efecto del polímero acrílico AGGREBIND en el mejoramiento del pavimento flexible en la Av. La Esperanza, Olmos 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tesen Tineo, Willy Harrinson (ORCID: 0000-0002-6477-5898)

ASESOR:

Dr. Alzamora Román, Hermer Ernesto (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres: Diomedes Tesen García y Elena Tineo Sánchez por su amor infinito.

Willy Harrinson

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mis padres por su apoyo en brindarme consejos, este camino no fue fácil, pero se logró. Agradezco a mis profesores que día a día aprendí más sobre nuestra hermosa carrera.

Willy Harrinson

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y diseño.....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	20
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	21
3.5 Procedimientos	23
3.6 Métodos de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas para las dosificaciones de Aggrebind	14
Tabla 2. Componentes del polímero acrílico Aggrebind.....	16
Tabla 3: Identificación de peligro del polímero acrílico Aggrebind.....	17
Tabla 4: Peligros	17
Tabla 5: Número de ensayos	18
Tabla 6: Ensayo de capilaridad del suelo	27
Tabla 7: Ensayo granulométrico calicata 2.....	27
Tabla 8: Estructura de pavimento flexible convencional	28
Tabla 9: Clasificación de suelos SUCS y AASTHO.....	14
Tabla 10: Comparación de resultados CBR en las calicatas	15
Tabla 11: Características generales del estudio de suelos de la calicata 2.....	32
Tabla 12: Dosificaciones aggrebind más aguas en muestra de suelo.....	16
Tabla 13: Ensayo CBR con dosis de 2 lt/m ³ de aggreBind.....	35
Tabla 14: Ensayo CBR con dosis de 4 lt/m ³ de aggreBind.....	36
Tabla 15: Diagrama de fluidez de límites de Atterberg C-2.....	37
Tabla 16: Comparacion de valores CBR con dosificaciones Aggrebind.....	38

Índice de figuras

Figura 1: Vías de red construidas en el norte.....	7
Figura 2: Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.	8
Figura 3: Pavimento flexible	9
Figura 4: Sección transversal del pavimento flexible.....	10
Figura 5: Esquema del procedimiento de campo.	23
Figura 6: Curva granulométrica calicata 1.....	26
Figura 7: Diseño de pavimento flexible y mejorado con Aggrebind.....	29
Figura 8: Estructura de pavimento con AggreBind	30
Figura 9: Curva granulométrica C-2	35
Figura 10: Ensayo CBR con dosis de 4lt/3m de Aggrebind.....	14
Figura 11: Ensayo CBR con dosis de 6 lt/m3 de Aggrebind	37

Resumen

La presente investigación, está orientada al Polímero acrílico Aggrebind para la mejora del comportamiento estructural de un pavimento flexible, para evaluar desde el punto de vista estructural si el nuevo diseño propuesto en la Av. La Esperanza con pavimento flexible utilizando el polímero acrílico aggrebind tiene un mejor comportamiento estructural dando un buen tiempo de vida útil sin presentarse fallas de ahuellamiento, fisuras longitudinales, fisuras en bloque, exudación, piel de cocodrilo, fisuras transversales, fisuras diagonales y fisuras en forma mapas. Se pretende determinar la serviciabilidad, capacidad de soporte y fricción superficial para evaluar de acuerdo a la Norma de Diseño ASSTHO 1993.

Se tomará como modelo la Av. La Esperanza que llega hasta la Av. Grau. El sector está dentro en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque.

La población considerada serán 02 calicatas cada 4m, de acuerdo la norma CE 0.10 de Pavimentos Urbanos.

Se realizarán ensayos de suelo mejorado y suelo natural. Para determinar la aplicación correspondiente del Polímero acrílico Aggrebind y obtener un diseño adecuado de pavimento flexible donde a futuro tenga un buen comportamiento estructural y evite cualquier tipo de falla hasta que cumpla su vida útil 10 ó 20 años.

Palabra clave: Polímero acrílico, comportamiento estructural, pavimento flexible.

Abstract

The present investigation is oriented to the Aggrebind acrylic polymer for the improvement of the structural behavior of a flexible pavement, to evaluate from the structural point of view if the new design proposed in Av. La Esperanza with flexible pavement using the AggreBind acrylic polymer has a better structural behavior giving a good useful life time without presenting rutting faults, longitudinal fissures, block fissures, exudation, crocodile skin, transverse fissures, diagonal fissures and map-shaped fissures. It is intended to determine the serviceability, bearing capacity and surface friction to evaluate according to the ASSTHO 1993 Design Standard. Av. La Esperanza will be taken as a model, which goes up to Av. Graú. The sector is within the district of Olmos, province of Lambayeque.

The population considered will be 02 pits every 4m, according to the standard CE 0.10 for Urban Pavements.

Tests of improved soil and natural soil will be carried out. To determine the corresponding application of the AggreBind acrylic polymer and obtain a suitable flexible pavement design where in the future it has good structural behavior and avoids any type of failure until it reaches its useful life of 10 or 20 years.

Keywords: Acrylic polymer, structural behavior, flexible flooring.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se logra percibir que muchos países latinoamericanos optan por nuevas opciones que permitan mejorar el proceso de construcción siendo una herramienta que incrementa la calidad de vida a la población; como es el caso en Brasil, donde según Hirooka, Vargas & Silva (2018) señala que muchos de los proyectos desarrollados tienen deficiencias y problemas debido al corto tiempo de vida de las carreteras construidas, donde un 45% del total ejecutadas son pocas las que perduran en el tiempo proyectado. Por otro lado, según un estudio de Santelices, Herrera & Muñoz (2019) explica que uno de los principales problemas en Chile, sobre el sector de construcción es la ausencia de innovación al momento de realizar sus obras de carreteras, limitando su tiempo de vida; explicando que una de las causas es porque los proyectos no se adaptan a las actuales necesidades que presenta el mercado (p.45). Asimismo, en Colombia según Porras, Tovar & Reyes (2017) indica que uno de los principales problemas que presentan las construcciones de las carreteras es el ineficiente estudio previo antes de su ejecución debido que los componentes del pavimentos no son lo suficiente para una oportuna resistencia, debido que se generó bajo condiciones diferentes a las reales, así como la ausencia de otros indicadores intervinientes como la carga real, temperatura, radiación y la humedad de la zona de ejecución del proyecto (p.34). Evaluando el comportamiento del Perú en el sector de construcción, se logra afirmar que en la actualidad según el Ministerio de transporte y comunicaciones (2020) estimó la construcción de 1200 km de vías a nivel nacional con una inversión de los 3,400 millones de soles; sin embargo, debido a la emergencia sanitaria se detuvieron y recién en el tercer trimestre del presente año se reanudaron para el mejoramiento y conexión de los diversos departamentos del país. Asimismo, la Revista Perú Construye (2020) hace mención que del monto asignado para la construcción de carreteras tan solo el 32% fueron ejecutadas hasta el momento, y se identifica que las municipalidades recibirán en el presente trimestre 52 millones beneficiando aproximadamente a 168 municipalidades entre los 24 departamentos del país para la construcción y mantenimiento de carreteras y pavimentos.

No obstante, en los últimos 15 años el Perú tiene una deficiencia de infraestructura vial; siendo representado por un 50% en mal estado con presentaciones de fallas de ahuellamiento, fisuras longitudinales, fisuras en bloque, exudación, piel de cocodrilo, fisuras transversales, fisuras diagonales y fisuras en forma mapas; esto por el bajo nivel de competencias que tienen las entidades responsables de los proyectos para el mejoramiento de la infraestructura y pavimentos a nivel nacional (ALARCÓN & TERÁN, 2019). Según Fernando Soriano, director del Programa Nacional de Competitividad (2019) manifiesta que en la actualidad la elaboración de una construcción “debe verse como pérdida o ganancia de competitividad y hay acciones básicas que se pueden tomar en cuenta para tener una economía competitiva...” (p.21); esto quiere decir plantear una propuesta que permite la sostenibilidad y el uso adecuado de los recursos. Otro de los casos presentados, en Ayacucho se reconoce que uno de los problemas que se presenta al momento de realizar una adecuada construcción de pavimento, es debido que la carretera presenta insuficiencias superficiales como son los excesivos baches y deterioros vistos en la carretera; esto es producto porque no se realizó un oportuno diseño de acuerdo a las características técnicas y tipo de suelo (Sánchez, 2019, p.15). Por otra parte, evaluando el estado de las carreteras de Lambayeque, se logra señalar que según el Gerente regional de Transportes y Comunicaciones (2019) indica que el 70% del total de carreteras deben ser reparadas debido a los efectos negativos producidos por el fenómeno del niño costero que generó varias interrupciones y fisuras. Donde, en la actualidad en unos de los distritos del departamento se encuentra Olmos, donde se percibe el inadecuado estado actual de sus carreteras, y por la ausencia de asfaltos en diversos puntos del distrito como es el caso de la Av. Esperanza, mostrando una entorno muy marcado y diferente a las otras zonas; es por ello, se plantó que en esta investigación se utilizará el Polímero acrílico AggreBind para mejorar la capa del suelo y su tiempo de vida sea aproximadamente unos 30 años sin presentar cualquier tipo de falla. La formulación del problema a estudiar es ¿De qué manera el polímero acrílico Aggrebind influye en el diseño de pavimentos en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque?

Teniendo como siguiente justificación social porque al realizar un estudio sobre el uso de pavimento flexible incorporando el acrílico Aggrebind en el Tramo Filoque Grande permitirá mejorar la calidad de vida a los pobladores de la zona, debido que se tendrá una mayor transitabilidad vías entre ambos tramos incrementando el acceso en la zona. También, tiene por justificación económica porque al emplear Polímero acrílico como reforzamiento estructural en el pavimento flexible es aceptable en la parte del precio, sobre mano de obra y uso de recursos; debido que no genera muchos costos en la ejecución del proyecto; permitiendo el uso adecuado de los recursos. Asimismo, tiene por justificación técnica al mencionar que en el pavimento flexible siempre a largo plazo presentan fallas ahuellamiento, fisuras longitudinales, fisuras en bloque, exudación, piel de cocodrilo, fisuras transversales, fisuras diagonales y fisuras en forma mapas. La presente investigación diseña una propuesta metodológica basada en una mejora del comportamiento estructural, lo cual como ventaja tiene que a futuro no se presente todo tipo de falla y tenga un buen tiempo de vida útil. En consecuencia, el estudio contribuirá el diseño estructural adecuado del pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind utilizando la norma AASTHO 1993. Donde, para realizar el diseño del pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind se empleará la norma AASTHO 1993 para determinar la estructura requerida, la carpeta asfáltica y la base granular. El diseño estructural del pavimento flexible está expuestas a recibir el peso de cualquier tipo de vehículos pesados. El objetivo general de la investigación es Diseño de un pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind en la Av. Pueblo Joven Señor de los Milagros, Olmos - Lambayeque. Asimismo, se tiene por objetivos específicos: 01 Determinar las características físicas y químicas del polímero acrílico Aggrebind en la calle Señor de los Milagros, Olmos Lambayeque; 02 Determinar los espesores de capas flexibles incorporando polímero acrílico Aggrebind en la calle Señor de los Milagros Olmos Lambayeque; 03 Determinar Evaluación económica del diseño de pavimento con polímero acrílico Aggrebind en la Av. La Esperanza Olmos - Lambayeque.

La hipótesis planteada es: La incorporación del polímero acrílico Aggrebind (65%) influye en el diseño de pavimentos reduciendo los espesores de capa en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque.

II. MARCO TEÓRICO

Ecuador, (Aimacaña, 2017) en su tesis de grado “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales” donde se tuvo por objetivo estudiar el comportamiento de los tipos de pavimentos; determinando emplear un tipo de estudio descriptivo y diseño pre – experimental, debido que se realizará un ensayo para identificar las propiedades físico – mecánico entre los dos tipos de mezclas, teniendo como resultados que el uso de polímero demuestra mayor resistencia que el de la mezcla tradiciones, agregando componentes triturados de polietileno (P.E), siendo empleado para la elaboración del pavimento considerando el tamaño entre 0.6 mm a 15 mm para se una a la mezcla con facilidad.

En Colombia, (Salamanca, y otros, 2015) en su tesis de grado titulada “Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, AASHTO 93 e instituto del asfalto para la vía la Ye - Santa Lucía”, tuvo como objetivo elaborar el diseño sobre las estructuras de pavimento flexible, donde se reconocer emplear un tipo aplicativo y diseño pre- experimental debido que se realizó un estudio por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, siendo como muestra de estudio el tramo de la vía La Ye - Santa Lucia – Barranca. Teniendo por resultado que en los análisis de laboratorio se logró identificar como se compone el tipo de suelo, haciendo mención ser un suelo tipo limo arcilloso y otros componentes. Concluyendo que la zona del proyecto está compuesta por materiales susceptibles a la presencia de deformaciones al momento de su desarrollo, donde una de las características con mayor reincidencia es el aspecto volumétrico.

En Cuba, (Cazorla, 2014) en su tesis de grado "Metodología para la evaluación del pavimento flexible y Propuesta de Soluciones de Rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la Inspección Visual", tuvo por objetivo elaborar una metodología de evaluación sobre las variables de estudio, mencionando que el presente estudio es de tipo descriptivo debido que se detallarán los resultados encontrados en los ensayos. Donde mediante la Inspección visual se realiza en

el tramo de vía seleccionado una recopilación y análisis de datos de acuerdo a las características de la estructura del pavimento y su estado, con estos datos se definen los tramos homogéneos del proyecto a partir de la inspección visual, después se estudiaron los métodos seleccionados para la Evaluación del pavimento, se elaboró un método unificado el cual fue comparado con el Método de Evaluación PCI, comprobándose su efectividad.

En Trujillo, (Saravia & Vejarano, 2019) en su tesis de grado “Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao” tuvo como objetivo principal en determinar que aditivo reciclado se inserta en la compactación del pavimento de la zona de estudio. Reconociendo emplear como aspectos metodológicos un tipo aplicativo y de diseño experimental; donde se reconoce tener como muestra de estudio cómo se comporta el material granular sobre el tramo de la carretera seleccionado. Asimismo, se reconoció tener como resultado tener un tipo de suelo arenoso con mayor predominación en la zona, y registrando una humedad natural que varían entre 2.15% a 2.70%. Concluyendo que a mayor policloruro de vinilo se adicione mayor es la resistencia del pavimento, indicando que se logró disminuir en un 14.58% el desgaste del asfalto del tramo de la carretera.

En Huancavelica (Escobar & Huincho, 2017) en su investigación de grado “Diseño de pavimento flexible, debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica” donde se tuvo como problema es el inadecuado estudio de la capacidad del corte de suelos; asimismo, se tiene como objetivo determinar los parámetros del diseño del pavimento flexible; y por aspectos metodológicos que el tipo de estudio aplicada y diseño pre – experimental. Se tiene por muestra de estudio 12 kilómetros del lugar de estudio, donde los instrumentos empleados es la evaluación de fallas superficiales. Logrando tener como resultados que tener un tipo de suelo seco y árido; donde se empleó la AASTHO 93 para mejorar su elaboración del proyecto, donde para el diseño se incrementó las capas asfálticas y del espesor de 11.5 a 30.5 cm para una mayor vida útil.

En Huanchaco, (Quiñones, 2017) en su investigación de grado “Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: avenida Alfonso Ugarte, Huancayo”, tuvo como objetivo principal Determinar el diseño vial del pavimento flexible; así mismo, se identificó hacer uso de un tipo de estudio aplicada, nivel descriptivo y diseño pre experimental; donde se reconoce tener como sujeto de estudio estuvo conformado por un grupo de ensayo destructivos y procedimientos de ingeniería, empleando metodologías de apoyo para el análisis. Donde se obtuvo como resultado que, estimando las condiciones del pavimento de la zona asignada, se reconoce estar en un estado malo debido que se tuvo como valor referencial de 34.15 de PCI, requiriendo una nueva construcción para el fácil acceso. Concluyendo la importancia de evaluar las propiedades mecánicas y verificar su cumplimiento con los requerimientos de la norma al momento de realizar un diseño del proyecto de carretera.

(Burga & Montenegro, 2019) en su tesis de grado “Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI, Chiclayo” tuvo como objetivo evaluar el estado del pavimento del tramo seleccionado; donde se determinó tener como aspectos metodológicos un tipo descriptivo y diseño cuasi experimental, debido que se realiza un estudio empleando el método PCI, logrando tener por resultado que el 56% del pavimento está en buen estado, y que un 44% necesita mejorar debido que presenta hundimientos, grieta piel de cocodrilo, depresiones, entre otros aspectos que distorsionan la continuidad del tramo. Asimismo, se obtuvo por consideración el uso la Norma ASTM 530 para la formulación del diseño del pavimento.

(Zúñiga, 2018) en su tesis de grado “Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Ca. Vrht, ca. La paz, ca. Pachacútec y av. Gran Chimú” tuvo como objetivo general elaborar un diseño de pavimento flexible; así mismo, se empleó por aspectos metodológicos un tipo de estudio cuasi – experimental, donde se obtuvo como muestra de estudio conformado por 46, 181.02 metros cuadrados del lugar seleccionado. Asimismo, se utilizó por instrumento de recolección de datos una ficha de

observación para verificar el comportamiento del tramo y sus principales características del suelo y componentes del pavimento; teniendo por resultado que el total de área para pavimentar es de 4.35 Ha, donde de acuerdo a la situación actual se identificó emplear una capa de arenilla en la formulación del diseño con el objetivo de que sirva como impermeabilizante para un mayor periodo de vida del proyecto siendo el valor agregado de la propuesta.

En Trujillo, Savaria & Verajo (2019) hace mención que uno de los problemas identificados sobre la construcción del pavimento en la zona de Huanchaco – Santiago de Cao, es la el bajo de vida útil de la carretera debido a la ausencia de resistencia y porque se cumplieron los resultados estimados, según el diseño proyectado haciendo uso de aditivos comunes y baja calidad lo que produjo la presencia de fallas y brechas en el proyecto a corto plazo (p.24).

Es por ello, que en un reporte realizado por EuroRAP señala que el 14.5% de las carreteras realizadas en el 2019 presentan deficiencias a un nivel de riesgos elevado, siendo reincidente este problema por las últimas décadas; siendo un factor de riesgo que interfiere en poder brindar la seguridad vial teniendo en consideración las normas técnicas, evitando el cumplimiento de tiempo de vida adecuado; esto genera a un largo plazo pérdidas del recurso del estado y limita el acceso a los diversos puntos del país.

Figura 1: Vías de red construidas en el norte



Fuente: Diario la República (2016)

Teorías relacionadas al tema:

Pavimento: El pavimento se encuentra conformado por una serie de capas superpuestas, se encuentran de forma horizontales, las cuales son diseñadas básicamente de materiales compactos y apropiados, las estructuras que son estratificadas se basan sobre la subrasante de la vía que se obtiene por medio del movimiento de tierras, las cuales son resistentes ante las diversas cargas repetidas de tránsito durante dure el periodo de vida para el cual fue diseñado la estructura del pavimento.

Donde, se recomendó que todo pavimento tiene que tener las siguientes cualidades para un adecuado funcionamiento como son:

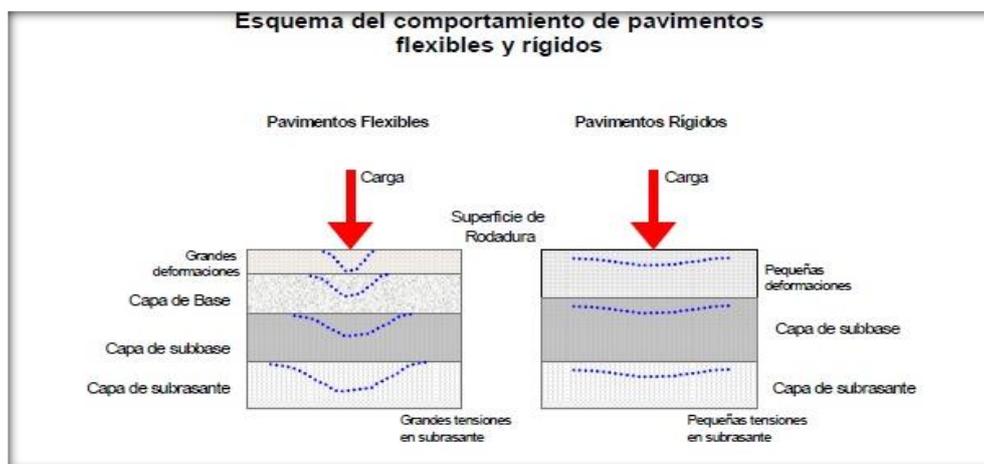
Resistencia a acciones de cargas impuestas por tránsito.

Resistencia ante agentes externos

- Presentar regularidad a nivel superficial, transversal como longitudinal, la cual permita una pertinente comodidad a los diversos usuarios, evitando deformaciones que causen accidentes o problemas futuros.
- Debe ser durable
- Debe ser económico

Es por ello, que, para mayor entendimiento del comportamiento de los tipos de pavimentos, se puede percibir a través de la siguiente figura:

Figura 2: Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.



Fuente: Acuña (2013, p.37)

Clasificación del pavimento: Los pavimentos se pueden componer de distintas formas y no solo de capas, donde, el reemplazo de las capas dependerá de distintos factores, como el soporte subrasante de clase material que se debe utilizar, la intensidad que generará el tránsito, etc., por ello, existen múltiples tipos de pavimentos, entre los cuales se encuentran los 3 comunes como son:

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos semirrígidos
- Pavimentos rígidos

Pavimentos flexibles: Se forman por carpetas bituminosas apoyadas preferentemente por dos capas no rígidas entre la base y sub base. Sin embargo, se puede prescindir de cualquiera de estas de acuerdo a cada necesidad de la obra.

Figura 3: Pavimento flexible



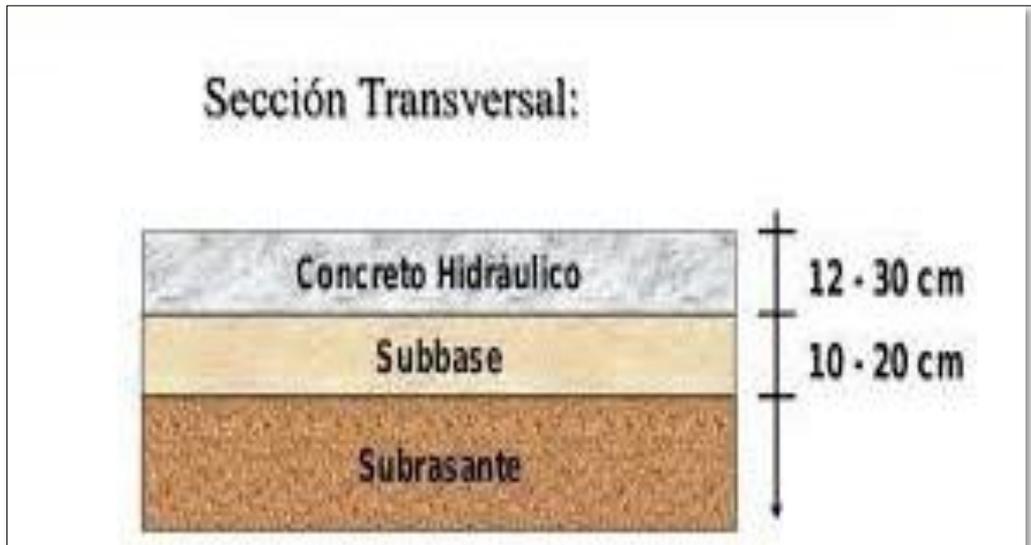
Fuente: Acuña (2013, p.37)

Pavimento semirrígido: En su mayoría de composición cuenta con la misma estructura del pavimento flexible, no obstante, una capa se encuentra más rígida artificialmente con la ayuda de aditivos como es: asfalto, emulsión, cemento, cal o químicos. Al momento de emplear estos aditivos se corrige o modifica las propiedades mecánicas de los materiales.

Pavimento rígido: Se constituyen por concreto hidráulico, el cual se apoya sobre la subrasante o encima de una capa de material, el cual será denominado como sub base del pavimento rígido. Dado al alto grado de rigidez del concreto, es también

elevado el coeficiente de elasticidad. Asimismo, el concreto rígido puede resistir a altos grados y esfuerzos como la tensión.

Figura 4: Sección transversal del pavimento flexible



Fuente: Acuña (2013, p.37)

Pavimentos flexibles

La presente tesis está referido a diseño del pavimento flexible incorporando el polímero acrílico aggrebind, por lo que se explicará a detalle las capas que lo constituyen al pavimento flexible.

Características del pavimento flexible:

- Resistencias estructurales
- Deformabilidades
- Durable
- Requerimiento de conservación
- Comodidad del pavimento flexible.
- Las capas superficiales, o de terminación que es la que da el aspecto exterior al piso

Tomando en cuenta las clasificaciones de pavimentos, el pavimento flexible se encuentra estructurado por las capas de carpeta asfáltica, base sub base y subrasante; como se explica a continuación:

Carpeta asfáltica: Es una capa la cual se coloca sobre el paquete estructural y la base, la que tiene como finalidad proporcionar una superficie de rodamiento a la vía. La carpeta asfáltica tiene como función volver impermeable la superficie, así evita la filtración del agua para no saturar las otras capas internas.

La carpeta asfáltica se elabora con materiales pétreos seleccionados y aglomerantes el cual es asfalto. El excesivo asfalto en la mezcla puede causar pérdida de estabilidad, hasta puede ocasionar una superficie resbalosa.

Base: Es una capa de pavimento que se ubica por debajo de las superficies de rodamiento, teniendo como función dar soporte, distribuir y transmitir las distintas cargas a las subbases, la cual se encuentra en la parte interior. La base se constituye en lo general por material granular, como piedras trituradas y mezclas naturales de agregados y suelos; no obstante, se pueden conformar por cemento Portland, cal o material bituminoso, las cuales deben contar con una resistencia adecuada para recibir cargas de la superficie y trasmitirla a los distintos niveles interiores de la estructura.

Subbase: se encuentra localizada en la parte interna de la base, y por encima de la subrasante, es aquella capa de pavimento que se destina para dar soporte, trasmite y distribuye de manera uniforme las distintas cargas aplicadas a la carpeta asfáltica. Se encuentra constituida por material granular, la cual permite un trabajo como capa de drenaje y controla el ascenso capilar del agua, reduciendo las fallas que se producen por el hinchamiento del agua y congelamiento cuando existe baja temperatura. Asimismo, la sub base se encarga de controlar los cambios de volúmenes y elasticidades del material de terreno de fundación que son dañinos para el pavimento.

Sub rasante: La sub rasante es aquella capa de terreno que se encarga de soportar los paquetes estructurales la cual se extiende hasta lo más profundo de las capas en la que no influye las cargas de tránsito. Las capas sub rasantes se conforman por cortes o relleno, depende de la característica del suelo donde se desarrolla la actividad. Una vez que se compacta, se tienen las propiedades, secciones

transversales y pendientes especificadas de la vía. El espesor del pavimento depende mucho del nivel de calidad de la subrasante, por lo cual, deben cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

Polímero acrílico aggrebind

El AggreBind es un polímero acrílico estabilizante de suelos, de composición química, lo cual se ha llegado a convertir en una solución en el impacto económico por su bajo costo, alta durabilidad, resistencia y facilidad en el proceso constructivo de pistas y carreteras, reduciendo considerablemente el movimiento de tierras y consiguiendo así un impacto sostenible económicamente.

La estabilización de suelos con AggreBind, incrementa la capacidad de carga de virtualmente cualquier tipo de suelos o material de desecho por factores de 4 a 6 veces. El estabilizador AggreBind también provee resistencia a la tensión que es creada por el entrelazado de cadenas del polímero de estireno acrílico de AggreBind.

El producto también puede proporcionar la impermeabilidad previniendo las fallas de las estructuras por penetración de agua o fuertes heladas. Se considera material no tóxico, no inflamable, no biodegradable a diferencia de otros productos que causan enfermedades, el aspecto físico de la rasante con la aplicación del producto puede quedar de diferentes colores.

Desde un punto de vista económico la pavimentación haciendo uso del AggreBind tiene un costo muy bajo a comparación de otros pavimentos como el pavimento. Ya que, el producto puede trabajar en cualquier lugar del país con cualquier tipo de terreno según sea el caso.

Propiedades de los aggrebind y sus características: El aggrebind tiene buenas propiedades positivas en la parte de la construcción de pavimentos, tanto, en su parte económica como en su parte técnica, como veremos a continuación:

- El estado comercial del polímero acrílico AggreBind es líquido
- No contiene aditivos o derivados del petróleo
- Es un compuesto no tóxico 100% ecológico.
- El olor del AggreBind es un olor suave, agradable y muy característico del polímero.
- El AggreBind puede llegar a tener una ebullición cuando se pase de una temperatura de 100°C

Ventajas:

- Incrementa considerablemente el valor CBR.
- Fácil de instalar el polímero acrílico AggreBind
- Reduce el tiempo de construcción del pavimento

Desventajas:

- No utilizable con suelos granulares
- No es muy flexible por lo que no es recomendable su uso en lugares con alto grado de friaje.
- Exposición a la lluvia antes del curado que tiene como mínimo de dos horas, puede ocasionar que sus fortalezas se desperdicien.

Dosificaciones del aggrebind más el H₂O

Para poder determinar la dosificación se tuvieron que tomar las características generales del suelo, según estudios que se realizaron en laboratorio, tal como: el contenido de humedad natural del suelo, óptimo contenido de humedad, porcentaje de finos que pasan por el tamiz N°200, la densidad máxima de suelo y la dosis de aggrebind por Lt/m³.

Tabla 1: Fórmulas para las dosificaciones de Aggrebind

Para poder calcular el total de líquidos conformado por el aggrebind más H2O en la nuestros del suelo.	Total de liquido = PM (OMC – Wn)
Para poder calcular el total el polímero en la muestra de suelo	Total aggrebind = PM * $\frac{\text{dosis aggre}}{\text{densidad del suelo}}$
Para poder calcular el total de H2O en la muestro del suelo	Total H2O = Total de liquido – Total aggrebind
	Donde PM = Peso de la muestra del suelo 6000gr para ensayos de CBR OMC = Optimo contenido de humedad del suelo a ensayar Wn = Contenido de humedad natural del suelo

Fuente: Acuña (2013, p.37)

Características de la dosificación

Confiabilidad: Asimismo, según Acuña (2003, p.16), “Se dice que la confiabilidad es la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un periodo de tiempo diseño y bajo funciones previamente especificadas”.

En esta cita se puede comprender que, al tenerle una confianza al producto, puede generarte buenos beneficios de comienzo a final de un proyecto. Ya que, su probabilidad en el resultado propuesto será positivo en el tiempo.

Durabilidad: Según Miravete (2002) señala que: “durabilidad se designan el periodo de tiempo en el que un material desarrollara la tarea asignada en un medio

ambiente dado.” (p.88); es decir, en esta cita podemos entender que la durabilidad se entiende como una característica de los objetos que puedan tener un tiempo de vida útil. La durabilidad de la estructura del pavimento con el polímero acrílico en la parte de la subrasante y en la superficie como sellante, es de forma muy importante en su permanencia notable y así darle al pavimento un tiempo de vida a largo plazo.

Mejora continua: Tolosa (2010) afirma que: “La mejora continua se aplica de manera gradual y ordenada a través de eventos o procesos de mejor, donde se recomienda que todo el personal responsable busque la manera de poder plantear posibles soluciones que permita mejorar de forma constante el mejoramiento de los resultados (p.101).

Viendo lo indicado en ambas citas, se aclara que es un acto eficiente para alcanzar la calidad total y la excelencia, la cual se involucra al personal de la empresa o entidad conformada. Ya que, en criterio en diferentes trabajos o las características que tenga una empresa, significa tener la obtención de que los resultados sean positivos y eficientes.

Mejoramiento técnico en los pavimentos

La falla en los pavimentos por el agrietamiento, deterioro y fisura han sido uno de los problemas más importantes que ha tenido los últimos tiempos. Además de eso, la mala forma de cómo se realiza la vía, por la forma de baches que provocan el levantamiento de polvo que afecta tanto a los peatones como transeúntes.

Donde, según Trujillo (2013) menciona que: “un pavimento es la parte superficial que tiene la función de comportarse como un recubrimiento del suelo, con la finalidad que tener las condiciones necesarias de firmeza y solidez del terreno según el uso que se pueda designar” (p.4).

Nos indica esta citación que la pavimentación actúa como un revestimiento superficial a la subrasante de una carretera. Pero este no influye en la durabilidad y resistencia del terreno al encontrarse en climas muy altos.

El Mejoramiento técnico económico de Pavimentos viales, es de suma importancia en los resultados esperados como la durabilidad y la resistencia. El mejoramiento Según Restrepo (2005), informa que: [...], la mejora puede significar de acuerdo al

diccionario Real Academia Española como un perfeccionismo, avance y progreso [...] (p.17).

Pannu (2016), menciona que “El suelo en cualquier localidad en particular no es adecuado, total o parcialmente, a las exigencias de la ingeniería de la construcción” (p.100). Por ello el profesional responsable es el encargado de aceptar y utilizar el material en situ por lo que el suelo cumple algunas exigencias mínimas en sus propiedades, el otro de las salidas que el ingeniero tiene el retirar el material en situ y reemplazar con otro material de mejor calidad.

Especificaciones del polímero acrílico Aggrebind

El estabilizador, al ser curado, tiene un rango de tolerancia de temperatura entre -57°C a + 163°C.= (-70°F a + 325°F).

El estabilizador con resistencias a la compresión no cerrada aproximada al concreto de bajo grado de 1750 psi (123.07 kg/p/cm²) en común de suelo arenoso limoso, así como suelo de base arcillosa de bajo porcentaje (<15%).

Tabla 2. Componentes del polímero acrílico Aggrebind

Componentes	CAS	Concentración aproximada
Agua	7732-18-5	90-93%
Alcohol	9002-89-5	<10%
Tereftalato de polietileno	25038-54-8	<6
Sal de 1-butanol zirconio	1071-76-7	<1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Identificación de peligro del polímero acrílico aggrebind

Características	Riesgo
Apariencia física	Líquido viscoso
Problemas inmediatos	Ninguno
Forma de entrada	Ojos, piel, ingestión e inhalación
Carcinogenicidad	No presenta según NTP, IARC o OSHA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Peligros

Peligros	Descripción
Punto de ebullición	<200°F
Temperatura de autoignición	N/A Producto en base a agua
Limites inflamables	% de volumen en aire: Inferior N/A Superior N/A

Fuente: Elaboración propia

Características del suelo según su ensayo Granulometría: El ensayo granulométrico es uno de los parámetros iniciales que se realiza a una cierta cantidad de muestra de suelo, con la finalidad de obtener una distribución de tamaños de partículas y propiedad de suelos para clasificarlo. Según Cassinello (1996), menciona que “El estudio granulométrico se basa en separar cuantitativamente partículas del mismo tamaño mediante tamices de diferentes aberturas” (p.122)

El ensayo granulométrico se puede expresarse de una forma analítica, mediante el porcentaje de peso respecto al peso total obtenido luego del tamizado. Se puede expresar mediante una curva granulométrica, que da a conocer gráficos a partir de puntos de escala logarítmica para las abscisas, y cuya ordenada es el porcentaje de suelo en una escala natural.

Grava: Partículas cuyo tamaño es mayor que 4.76 mm (Nº 4).

Arena: Partículas menores que 4.76 mm y mayores que 0.075 mm (Nº200).

Limo y Arcilla: Partículas menores que 0.075 mm (Nº 200).

Tabla 5: Número de ensayos

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
3/8"	9.500
Nª4	4.760
Nª10	2.000
Nª20	0.840
Nª40	0.425
Nª60	0.260
Nª140	0.106
Nª200	0.075

Fuente: Elaboración propia

El número de ensayos granulométricos generalmente se realiza en dos fracciones de muestra de suelos, según la norma MTC E 107, menciona que se ensayaran partículas retenidas por el tamiz de 4,760mm (Nª4) y a las partículas pasantes por dicho tamiz.

Los porcentajes de partículas pasantes y retenidas en cada tamiz, según las fórmulas que se detallan a continuación:

$$\% \text{ RETENEDIO} = \frac{\text{PESO RETENIDO EN TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL DE MUESTRA}} * 100$$

$$\% \text{ PASANTE} = 100 - \% \text{ RETENIDO ACUMULADO}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

El tipo de investigación según Hurtado (2014) será aplicada, debido que tomando como base la fundamentación teórica y normas sobre la variable de estudio, se realizará el diseño del pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind en la Av. La Esperanza, Olmos – Lambayeque.

Diseño El presente proyecto de investigación tiene un diseño de tipo experimental que tiene como medida realizar una relación causal entre las variables, mediante la manipulación de una variable independiente para evaluar el efecto sobre las variables dependientes (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.245).

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Diseño de pavimento flexible

Definición conceptual: Se entiende como aquel compuesto por una carpeta asfáltica utilizando el agregado fino o grueso, agregando material bituminoso obtenido por el asfalto, consiste en una carpeta delgada construida sobre varias capas es decir la base y sub base, esto es importante porque su estructura de flexión depende de las cargas que existen en él. (Villasis, 2016, p. 306).

Definición operacional: Este tipo de pavimentos está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Castaño, 2019, p. 20).

Variable independiente: Polímero acrílico AggreBind

Definición conceptual: Es importante porque nace de la intención de disminuir la energía requerida para la aplicación de cementos asfálticos en las carreteras. (Villasis, 2016, p. 306).

Definición operacional: Polímero acrílico AggreBind la esencia del uso del agente de estabilización Aggrebind consiste en el hecho de que el tratamiento de suelos por la solución de agua del agente de estabilización da como resultado la formación de estructuras sólidas resistentes al agua que se pueden usar en la construcción de carreteras como la capa principal y única del revestimiento de la carretera.” (AggreBind SAC,2020, P.04)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Para definir población; Hernández, Fernández y Baptista (2010), sostiene que es el “conjunto de elementos que concuerdan con especificaciones y objetivos propios de la investigación” (p. 174).

Reparación de baches y construcción de vías

En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por 02 calicatas de 1mx1mx1m en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque.

Muestra: En ciertos estudios es necesaria la opinión de expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios. Por ejemplo, en un estudio sobre el perfil de la mujer periodista en México (Barrera et al., 1989).

Reparación y construcción de vías en la calle Señor de los Milagros

En el presente trabajo de investigación, la muestra es el BCR más desfavorable lo cual se obtuvo del estudio de mecánica de suelos de las 02 calicatas ensayadas.

Muestreo: El muestreo no probabilístico, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas. (Hernández, 2014, p.1.89).

Mejoramiento de la Sub rasante con AggreBind.

El muestreo del proyecto de investigación es no probabilístico debido que no pretende que los casos sean estadísticamente representativos de la población.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas: La técnica que será empleada es la observación.

Observación: Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) manifiesta que la observación debida que facilitará reconocer cual es la realidad actual o estado que está presentando en la Av. La Esperanza, Olmos-Lambayeque.

Ficha de documentaria o recolección de datos: Es aquel documento que permitirá recopilar información que permita responder a los objetivos planteados. Asimismo, facilita la obtención de los estudio y ensayos realizados en la investigación, como el estudio de suelos, estado actual del pavimento, entre otros aspectos que sustenten la realidad y estudio que se pretende realizar (Hernández, Fernández & Baptista, p.266).

Instrumentos: Según Bernal (2010), menciona que “las técnicas de recolección de datos son necesarios, para responder a los objetivos planteados y para probar la hipótesis de la investigación, o ambos” (p. 194). En base a ello, los instrumentos que serán empleados según Hernández, Fernández & Baptista (2014) son los siguientes:

- Guía de observación
- Guía documentaria

- Entre otras de los instrumentos de apoyo para la realización del estudio previo antes de la elaboración del diseño, son los siguientes:
- Equipos de topografía: entre los equipos más empleados son la estación total, brújula, GPS, etc.
- Equipos de mecánica de suelo entre ellos tenemos mallas tamices, equipos de límites Atterberg, horno, balanzas, etc.

Validez

Es necesario que en un experimento se tengan, por lo menos, dos grupos que comparar. Si nada más se tiene un grupo no es posible saber con certeza si influyeron las fuentes de invalidación interna u otras causas ajenas a la variable independiente manipulada. Imaginemos un experimento en el cual queremos ver si un fertilizante hace crecer más rápidamente cierta especie de plantas. Debemos tener plantas a las cuales se les administre el fertilizante (grupo experimental) y plantas a las que no (grupo de control). Siempre debe existir un punto de comparación. (Hernández, 2014, p.1.91). Estos son los que dan validez a la presente investigación: Respaldo de los Profesionales especialistas, gerente de la empresa, técnico de Laboratorio de la Empresa.

Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento que mide es determinada en diferentes métodos, por tanto, se deduce que la confiabilidad es el nivel en el que un instrumento genera un resultado consistentes y coherentes (Fernández, 2006, p. 277).

Respaldo del Laboratorio

El presente proyecto de investigación se realizará en el Laboratorio llamado laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto, donde se estudiará la reacción de la sub rasante del suelo natural aplicado con AggreBind para determinar la mejora de un diseño de pavimento flexible.

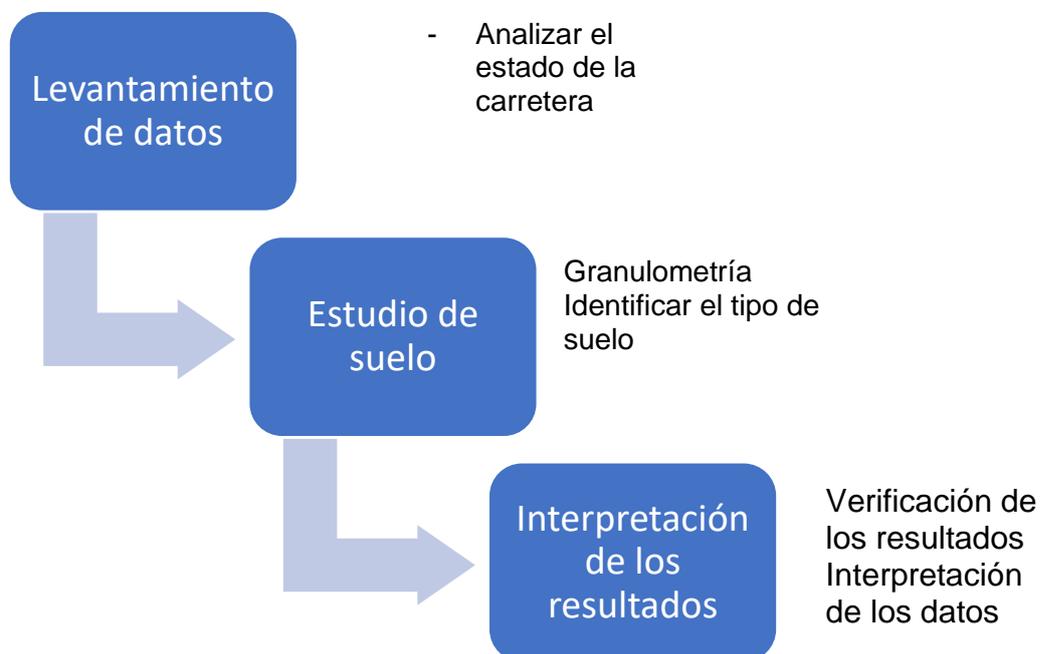
3.5. Procedimientos

Por su parte, se puede mencionar que para poder desarrollar la investigación se emplearon ciertos criterios que ayudaron al desarrollo oportuno de la recopilación de la información donde para aplicar una encuesta se realizará a través de las siguientes actividades:

- Elaborar el instrumento seleccionado
- Validar a través de juicio de expertos
- Aplicar los instrumentos
- Levantamiento de la información (recopilar datos)
- Ordenamiento de los datos

Así mismo, los procedimientos de campos que se realizará son los siguientes:

Figura 5: Esquema del procedimiento de campo



Fuente: Elaboración propia

3.6. Métodos de análisis de datos

Los métodos empleados es la estadística descriptiva, debido que según Hernández, Fernández y Baptista (2014) se detallará la situación actual que se encuentra la calle Señor de los Milagros, Olmos- Lambayeque.

Para analizar los datos se hizo uso de programas computacionales tales como el AutoCAD Civil 3D, AutoCAD y hojas de cálculo Excel para la elaboración de tablas y gráficos respectivos del estudio; así como para el diseño de pavimento, además de office. Por otro lado, se contará con la asesoría de un Ingeniero Civil especialista en el tema sobre pavimentos, quien otorgará conocimientos, guiará u orientará en el transcurso del proyecto de investigación.

3.7. Aspectos éticos

Por su parte, se puede indicar que según Hernández (2014, p.267) puede señalar emplear los siguientes criterios de rigor científico:

Criterio de valor de verdad: se logra afirmar que los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos se expondrá los datos reales es decir señalar como se encuentra realmente la situación actual; es por ello, el investigador a toda información empleada se citará y será reconocida la investigación a través de las referencias bibliográficas para identificar la autoría de los aportes científicos.

Criterio de neutralidad: esto ocurre cuando no se inducirá una realidad sino se expondrá como el estado en que se encuentra el estado actual del tramo evaluado; es por ello el investigador escribirá la información sin la intervención o alteración del estado real de las variables de estudio.

Criterio de consistencia: esto quiere decir que se busca sustentar la información para la investigación; así mismo, se reconoce emplear herramientas de apoyo que permita validar la confiabilidad de la información adquirida en los instrumentos (Hernández, 2014, p.344).

IV. RESULTADOS

La situación actual de la vía de Acceso: Para llegar a la zona del proyecto de investigación (Av. La Esperanza) del Distrito de Olmos, parte de la Municipalidad Distrital de Olmos, luego en sentido Este hasta la Av. Santo Domingo. La Av. San Juan hasta llegar a la Av. La Esperanza. También se puede partir de la Municipalidad Distrital de Olmos, por el sentido norte, hasta la Av. Grau y así llegar a la Av. La Esperanza.

La avenida a que se tomó en cuenta para la presente investigación es de trocha carróza de 03 kilómetros aproximadamente, 10 metros de calzada, el Tipo de terreno del proyecto es Plano con 3% de pendiente no muy pronunciado.

Clima: En Olmos, los veranos son cortos, muy calientes, húmedos y nublados; los inviernos son largos, caliente y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de 17 °C o sube a más de 37 °C.

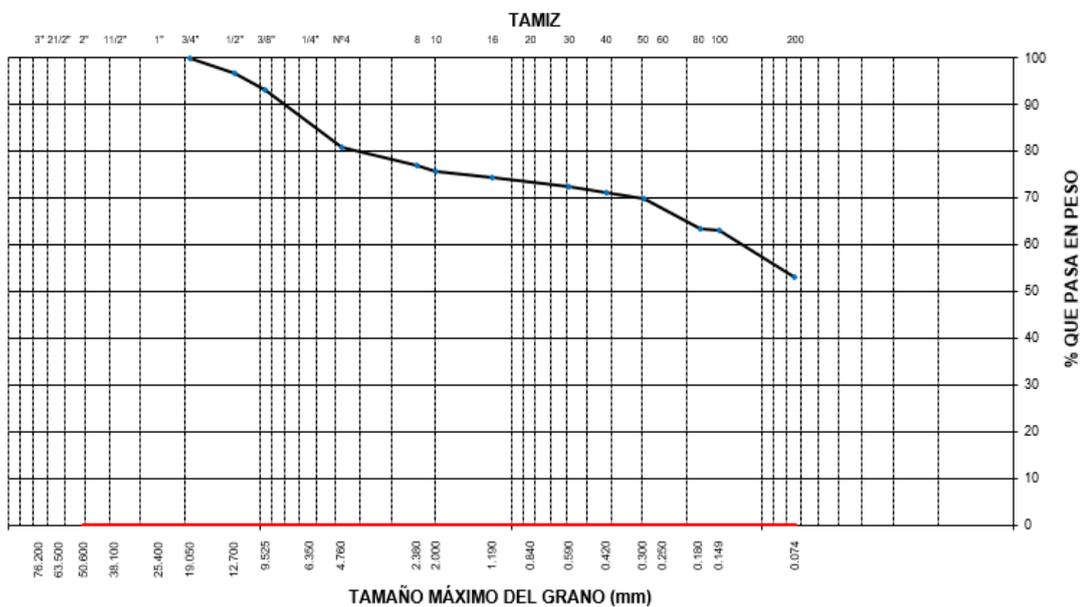
Resultados Técnicos del Sueno Natural: Los siguientes resultados técnicos corresponden a los ensayos realizados en laboratorio según el Manual de ensayo de Materiales actualizado y aprobado mediante la Resolución Directoral N° 18-2016-MTC/14, de fecha 23 de mayo de 2021. Así mismo, se tuvo en consideración para mejores resultados en los ensayos las normas AASHTO y ASTM.

Con la finalidad de conocer las características técnicas del terreno y realizar un mejoramiento de la subrasante mediante la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se hicieron los siguientes ensayos según detallan a continuación:

Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 207

Calicata 01. Granulometría: Los resultados del ensayo granulométrico de la calicata 1, distribuidas mediante tamices con diferentes aberturas. Donde se pudo cuantificar lo retenido en el tamiz N° 4 con un 19.3% de partículas que representan gravas, 80.7% de partículas retenidas en el tamiz N° 4 que representan arenas y 53.1. % de partículas que pasan el tamiz N° 200 que representan finos. Se puede notar que el suelo tiene mayor porcentaje de arenas y finos, con un mínimo de gravas.

Figura 6: Curva Granulométrica calicata 1



Fuente: Elaboración propia

Calicata 02. Granulometría

Los resultados del ensayo granulométrico por tamizado. Donde se tiene un 18.7% de gravas retenidas por el tamiz N° 4, Arenas un total de 81.3% retenidas en el tamiz N° 4 y finos pasantes el tamiz N° 200 resultado 52.4%. Se puede notar que el suelo tiene mayor de arenas y finos, con un mínimo de gravas.

Ensayo de capilaridad del suelo con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind

En el ensayo de capilaridad del suelo natural (M-1), suelo mejorado con el AggreBind (M-2) y suelo mejorado y sellado con el AggreBind (M-2).

De lo cual se puede concluir que la aplicación del sellante en el suelo estabilizado con el aggreBind, influye a que el suelo sea menos permeable. Ya que según los resultados se obtuvo un valor de absorción de 64.23% a diferencia del suelo natural que tuvo un valor de absorción de 83.67%.

Tabla 6: Ensayo de capilaridad del suelo

ASCENSOR CAPILAR											
N° Probetas	Altura (H) cm	Min	01 día					2 días 48 h	5 días 120h	10 días 240	Absorción de agua
			0	2h	5h	10h	24h				
M-1	10	0	2.5	3.4	5.4	5.9	6.7	7.3	8.6	83.67%	
M-2	10	0	1.2	2.5	5.8	6.0	6.1	6.8	7.2	64.23%	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de Diseños Estructurales de Pavimentación

Para obtener los resultados de diseños estructurales de pavimentación flexible, se consideró 3 alternativas de pavimentos según describe la siguiente Tabla 25:

Tabla 7: Ensayo granulométrico calicata 2

PAVIMENTACION	METODOLOGIA DE DISEÑO
Pavimento Flexible convencional	AASHTO 93
Pavimento Flexible mejorado con AggreBind	AASHTO 93
Pavimento mejorado y Sellante AggreBind	AggreBind

Fuente: Elaboración propia

Diseño de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind por el método AASHTO

El presente diseño consistió realizar el diseño pavimento flexible convencional y un pavimento flexible mejorado con AggreBind, lo cual se realizó en la muestra de suelo más desfavorable (Calicata 2) de la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque. Del mismo modo el método que utilizó para el cálculo estructural del pavimento en la presente tesis denominada “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque”, fue la guía AASHTO 93 de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Cabe mencionar que también se utilizó el Manuel de Carreteras Sección Suelos Y Pavimentos en el transcurso del diseño de pavimento.

La estructura del pavimento flexible realizado por el método AASHTO 93, tanto en suelo natural y en suelo mejorado con AggreBind. Donde el Pavimento flexible convencional requiere de una carpeta asfáltica de 3”, base granular de 25 cm y sub base granular de 30 cm. Mientras que el Pavimento Flexible mejorado con la incorporación del polímero acrílico AggreBind requiere de una carpeta asfáltica de 2” y una base con AggreBind de 20 cm.

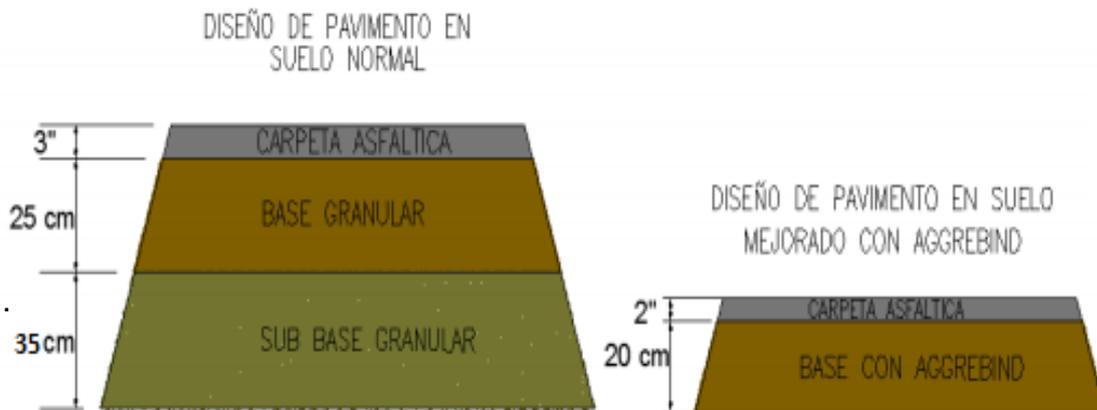
Según estos resultados obtenidos mediante el cálculo estructural del pavimento flexible por el método AASHTO 93, se puede mencionar que el pavimento flexible mejorado con AggreBind, requiere de menos material en la estructuración del pavimento, además no necesita de una sub base. A diferencia del pavimento flexible convencional que requiere de mayor material en la carpeta asfáltica, en la base granular y en la sub base granular.

Tabla 8: Estructura de pavimento flexible convencional

Diseño de pavimento el método AASHTO				Estructura de pavimento
93				
Pavimento Flexible convencional				Carpeta Asfáltica 3” Base Granular 25 cm Sub Base Granular 35 cm.
Pavimento	Flexible	mejorado	con	Carpeta Asfáltica 2” Base AggreBind 20 cm
AggreBind				

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Diseño de pavimento flexible y mejorado con Aggrebind

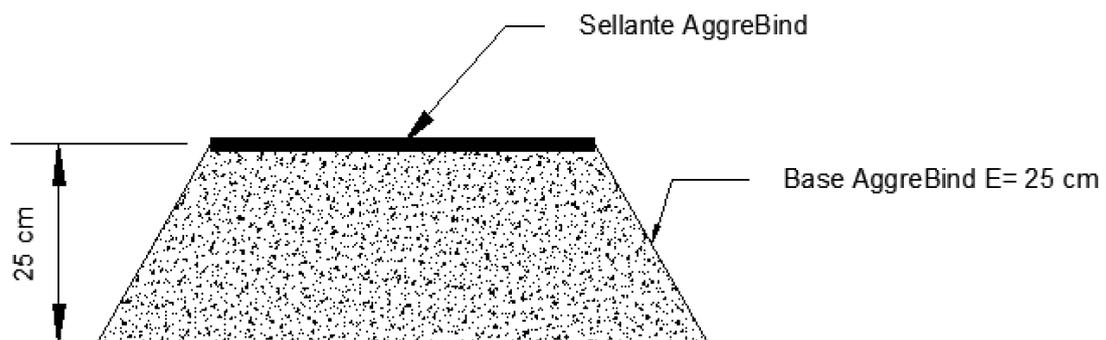


Fuente: Elaboración propia

Diseño de Pavimento AggreBind más sello asfáltico

El diseño de pavimentación con el uso del AggreBind más sellante como carpeta de rodadura, se realizó de acuerdo a los resultados del espesor de base de 25 cm de acuerdo a la hoja de cálculo 2, pero esta vez con carpeta de rodadura empleando el sellante AggreBind. En la figura 20, se puede apreciar la estructura de pavimento con el uso del polímero acrílico AggreBind, que tiene una base de 20 cm y un sellante con una dosificación de 0.28 lt/m².

Figura 8: Estructura de pavimentación con Aggrebind



Fuente: Elaboración propia

Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO

El sistema SUCS Y AASHTO en las calicatas 1 y 2. Donde la calicata 1 se describe según la clasificación SUCS, como un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena limosa, y según clasificación AASHTO es un suelo limoso. Así mismo, se observa

que la calicata 2, tienen la misma clasificación, según SUCS es un suelo arcilloso de baja plasticidad y según AASTHO es un suelo limoso. Por lo cual se puede concluir que la mayor parte del suelo es arcilla limosa.

Tabla 9: Clasificación de Suelos SUCS y AASTHO

	Calicata 1	Calicata 2
SUCS	SC - SM	CL
AASTHO	A-4	A-4

Fuente: Elaboración propia

Límites de atterberg MTC E 110 y MTC E111

Calicata 1. Límites de ATTERBERG

Se puede apreciar el ensayo de Límites de ATTERBERG de la Calicata 1. Donde el valor del Límite Líquido es 21% y Límite Plástico de 15.9%, existiendo una diferencia de 5.1%, lo cual representa índice de Plasticidad que indica el margen de Humedad que tiene el suelo que se encuentra entre el Límite Líquido y Límite Plástico.

Contenido de humedad del suelo MTC E 115

En la tabla 11, se puede apreciar los resultados del contenido de humedad del suelo en muestras representados en dos calicatas. Donde la calicata 1 tiene un contenido de humedad de 3.6%, mientras que la calicata 2 tiene 3.7%.

Cabe mencionar, que la calicata 2 contiene más contenido de humedad a diferencia de la calicata 1, que contiene una menor cantidad de Humedad.

Proctor Modificado

Calicata 1. Proctor modificado

Se observa los resultados del ensayo proctor modificado de la calicata 1. Donde se puede apreciar la densidad máxima seca 2.053 gr/cm³ y la Humedad óptima de 10.9%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo.

Calicata 2. Proctor modificado

Los resultados del ensayo proctor modificado de la calicata 2. Donde se puede apreciar la densidad máxima seca 2.024 gr/cm³ y la humedad óptima de 11.7%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo.

Materia orgánica en suelos pérdida por ignición

Calicata 1 y Calicata 2. materia orgánica

Los resultados del ensayo Materia orgánica de la calicata 1 y la calicata 2. Donde se puede apreciar que tiene 0.67% de material consumido en combustión.

Ensayo de CBR natural del suelo

Calicata 1. CBR natural

Los resultados del ensayo CBR realizado a la Calicata 1. Donde se da a conocer los valores CBR de 35.5% y 28.4% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 27.9% y 18.9% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg. De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR, se puede catalogar al suelo de la calicata 1 al 100% de su MDS en 2" de penetración como un suelo regular.

Calicata 2. CBR natural

Los resultados del ensayo CBR realizado a la Calicata 2. Donde se da a conocer los valores CBR de 39.5% y 24.4% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 30.9% y 15.9% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR, se puede catalogar al suelo de la calicata 2 al 100% de su MDS en 2" de penetración como un suelo Pobre.

Comparación de valores CBR en suelo natural

Los resultados CBR realizados a las dos calicatas, con la finalidad escoger la calicata con el CBR más desfavorable, lo cual se empleará para el proceso de investigación con el polímero acrílico aggrebind. De acuerdo a la tabla 12, se determinó que la muestra más desfavorable es la calicata 2 con un CBR de 39.5% del 100% de su MDS en una penetración de 2 pulg. A diferencia de la de la calicata 1 que tienen valores más altos que la calicata 2 en una penetración de 2 pulg. Al 100% de su MDS.

Tabla 6: Comparación de resultados CBR en las calicatas

Descripción	Calicata 1	Calicata 2
Penetración (0.2"):		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	35.5%	39.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	28.4%	24.4%
Penetración (0.1"):		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	27.9%	30.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	18.9%	15.9%

Fuente: Elaboración propia

Resultados técnicos del suelo con la aplicación del aggrebind

Después de identificar el suelo más desfavorable (calicata 2), se prosiguió hacer un mejoramiento técnico del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind con dosificaciones de 2, 4, y 6 Lts/m³ de AggreBind. Para ello se empleó todas las características del suelo de la calicata 2, lo cual se apreciar en la tabla 18. Con la finalidad de calcular la relación de agua con el polímero AggreBind.

Tabla 7: Características generales del estudio de suelos de la calicata 2

Descripción general de la calicata 2			
Dimensión	De	1M X 1M X 1.5M	Progresiva 0+65KM
La Calicata			
Referencia		nivel de terreno	Latitud -5.983074
Nivel Freático		no se encontró	Longitud -79.750959

Resultados de ensayos de calicatas 2								
% DE	SUCS	AASTHO	%	Peso	Wn(%)	Límites de Atterberg		
Finos			del	Específico		L.L.	L.P(%)	I.P(%)
QPM			OMC			(%)		
(2000)								
52.4	CL	A-4	12	2.024	4.0	24.6	18.8	5.8

Fuente: Elaboración propia

Resultados técnicos del suelo con la aplicación del AggreBind

Para determinar las dosificaciones del AggreBind más agua en la muestra de suelo, se tomaron las características generales del suelo de la calicata 2, lo cual se puede ver en la tabla 18. Así mismo, para la investigación se proyectó considerar cuatro dosis de AggreBind en lt/m³, y se prosiguió calcular la dosificación con la calculadora AggreBind.

En la tabla 18 y 19, se puede apreciar las dosificaciones del AggreBind más Agua, lo cual fue calculado de acuerdo la calculadora AggreBind y según los resultados del estudio de suelo. Para la dosis 2 lt/m³, se empleó 8.9 y 356.5 gramos de AggreBind y Agua respectivamente sumando un total de 365.4 gramos.

Para la dosis de 4 lt/m³ se empleó 9.78 y 351.8 gramos de AggreBind y Agua respectivamente. Finalmente, para la dosis 6 lt/m³, se empleó 13.7 y 338.8 gramos de AggreBind y Agua respectivamente sumando un total de 372.5 gramos.

Tabla 8: Dosificaciones AggreBind más aguas en muestra de suelo

Dosis AggreBind	Total, AggreBind (Gramos)	Total de H2O (Gramos)	Total de Liquido (Gramos)
2.0	8.90	365.4	365.5
4.0	9.78	351.8	361.58
6.0	13.7	338.8	352.5

Fuente: Elaboración propia

Ensayo CBR con la aplicación del polímero Acrílico AggreBind

Dosis 2 Lt/m³ de AggreBind

En la tabla 20 y figura 16, se puede apreciar el ensayo CBR con dosis de 2Lt/m³ de aggrebind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CBR de 35.4% y 32.4% de su máxima densidad seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 22.5% y 27.1% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 8 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 15, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

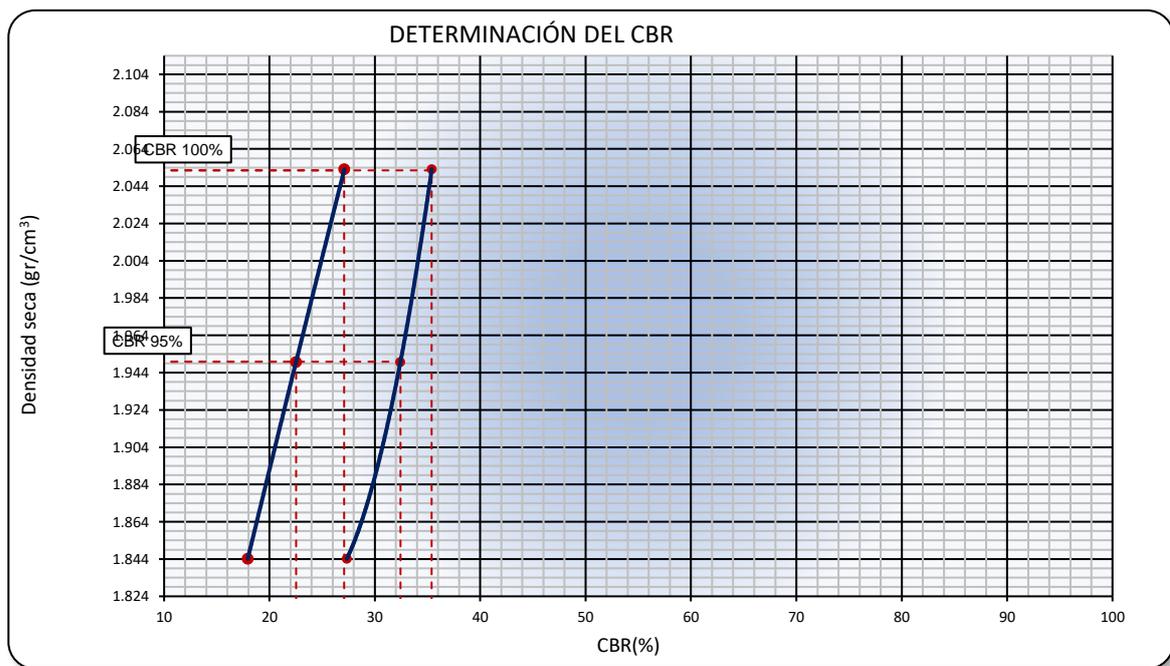
Tabla 9: Ensayo CBR con dosis de 2 lt/m3 de AggreBind

CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	22.5
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	27.1

CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	32.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	35.4

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Curva granulométrica C-2



Fuente: Elaboración propia

Dosis 4 Lt/m3 de AggreBind: El ensayo CBR con dosis de 2Lt/m3 de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CBR de 37.1% y 48.9% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 28.5% y 39.9% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg. De acuerdo

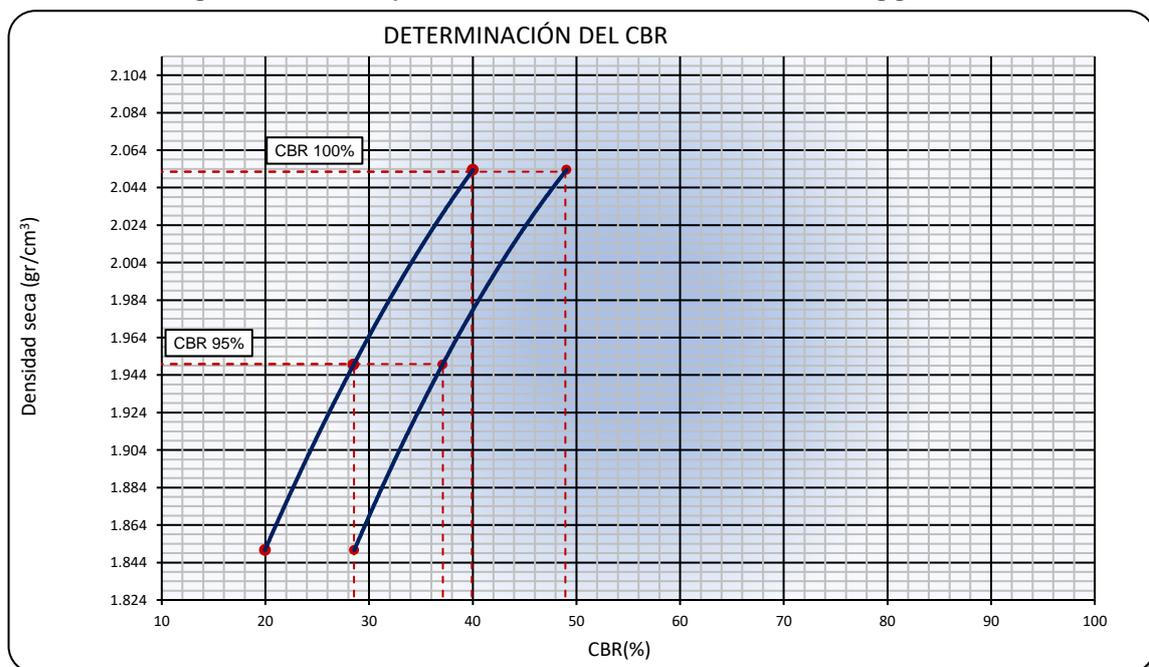
a la Tabla 8 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

Tabla 14: Ensayo CBR con dosis de 4 lt/m3 de AggreBind

CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	28.5
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	39.9
CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	37.1
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	48.9

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Ensayo CBR con dosis de 4 lt/m3 de Aggrebind.



Fuente: Elaboración propia

Dosis 6 Lt/m3 de AggreBind: El ensayo CBR con dosis de 2Lt/m3 de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CBR de 30.5% y 52.0% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 21.9% y 34.5% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

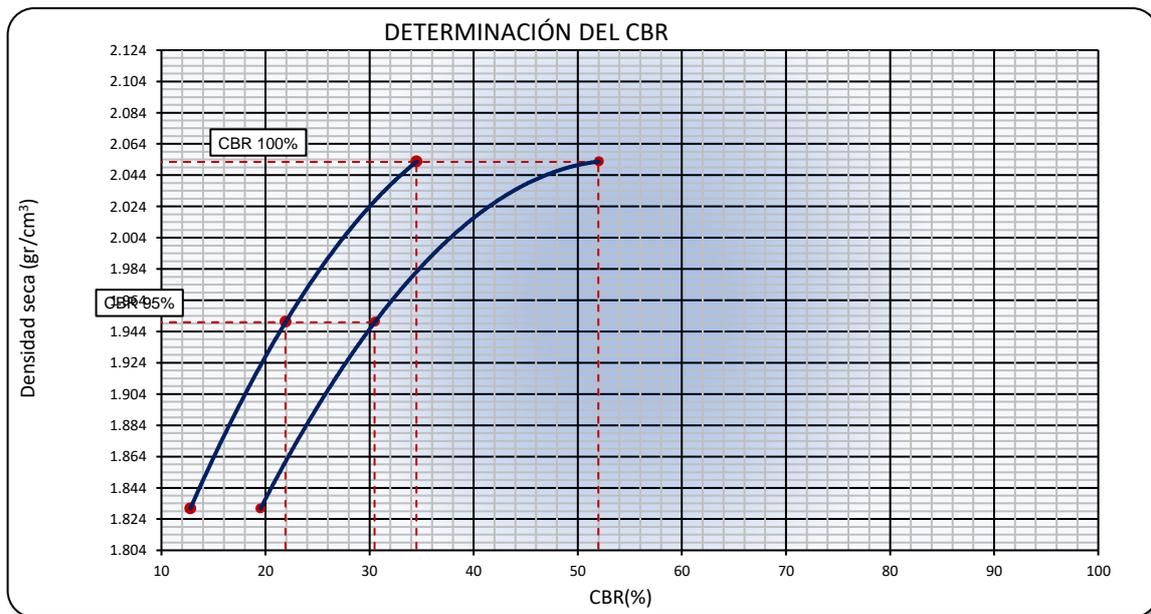
De acuerdo a la Tabla 8 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

Tabla 15. Diagrama de fluidez de límites de Atterberg C-2

CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	21.9
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	34.5
CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	30.5
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	52.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Ensayo CBR con dosis de 6 lt/m3 de Aggrebind.



Fuente: Elaboración propia

Comparación de valores CBR con dosificaciones de AggreBind

En la tabla 23 y figura 19, se puede observar la comparación de valores CBR con dosificaciones del polímero acrílico AggreBind. Donde el CBR más alto resulta mejor a una dosificación de 6Lt/m3 de AggreBind con un valor de 52.0% de CBR

del 100% de su DMD en una penetración de 2 pulg. Las dosificaciones de 2 y 4 Lt/m³ van decreciendo a medida que se va disminuyendo el polímero.

Entonces, de acuerdo a estos resultados se puede asegurar que la capacidad de soporte del suelo (CBR) no crece a medida que se aumenta mayor cantidad de polímero AggreBind.

Tabla 10: Comparación de valores CBR con dosificaciones Aggrebind

Descripción	CBR		
	2%	4%	6%
Resultados 2"			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	35.4	48.9	52.0
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	32.4	37.1	30.5
Resultados 1"			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	27.1	39.9	34.5
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	22.5	28.5	21.9

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Seguidamente se procede a realizar la discusión de acuerdo a los resultados obtenidos de la presente indagación, con los resultados de los anteriores antecedentes dentro del marco teórico:

El autor (Aimacaña, 2017) en su investigación “Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales” donde tiene como identificar las características físicas – mecánicas de las mezclas agregando los componentes triturados de polietileno, en esta parte estoy de acuerdo a los resultados técnicos del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se determinó que el AggreBind influye considerablemente en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad.

El autor (Salamanca, y otros, 2015) en su título “Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos invias, AASHTO 93 e instituto del asfalto para la vía la Ye - Santa Lucía”, tiene como finalidad elaborar el diseño sobre las estructuras de pavimento flexible, donde concluye la realización de los estudios de suelo para realizar la presente estructura. Ante ello estoy de acuerdo porque se ejecutó en mi investigación el ensayo de Límites de ATTERBERG de la Calicata 2. Donde el valor del Límite Líquido es 24.6% y Límite plástico de 18.8%, existiendo una diferencia de 5.8%, lo cual representa índice de Plasticidad que indica el margen de Humedad que tiene el suelo que se encuentra entre el Límite Líquido y Límite Plástico. La cual cumple con los parámetros dando viabilidad.

El autor (Cazorla, 2014) en su tesis de grado "Metodología para la evaluación del pavimento flexible y Propuesta de Soluciones de Rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la Inspección Visual" tiene como finalidad realizar la metodología unificada sobre las determinadas variables de estudio y comprobándose su efectividad en nuestra tesis para dar viabilidad y el proyecto

pueda tener una mejor efectividad se procedió a realizar las dosificaciones realizadas con el polímero acrílico AggreBind más agua, se determinó que una óptima dosificación entre el AggreBind más agua influyen notoriamente en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, se determinó que una dosificación de 6 lt/m³. Por lo tanto, estoy de acuerdo con este autor en relación a su investigación evaluada. Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

En el autor , (Saravia & Vejarano, 2019) en su tesis de grado “Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao” tiene como finalidad determinar el aditivo si se inserta dentro de la compactación del pavimento en la área de estudio, concluyendo que mencionando que a mayor policloruro de vinilo mayor sería la resistencia del pavimento estando de acuerdo con su investigación porque los resultados de CBR con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se determinó que la capacidad del suelo con el AggreBind influye considerablemente el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, se determinó que el suelo aumenta su capacidad portante hasta 08 veces con respecto a la capacidad portante del suelo natural. Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

En el autor (Escobar & Huincho, 2017) en su investigación de grado “Diseño de pavimento flexible, debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica” tiene como finalidad determinar todos los parámetros de diseño, donde se emplea el método AASTHO 93 para mejorar su elaboración y que la vía tenga una mayor vida útil. Ante ello estoy de acuerdo porque en los resultados de la capilaridad y absorción del suelo con el polímero acrílico AggreBind, se determinó que el sellante AggreBind influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, el sellante AggreBind, redujo la absorción de agua hasta 52%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_i) y se rechaza la hipótesis alterna (H_o). Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

El autor (Quiñones, 2017) en su investigación de grado “Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: avenida Alfonso Ugarte, Huancayo”, donde concluye que es importante evaluar las propiedades mecánicas y realizar la verificación del cumplimiento de la norma del diseño del proyecto, estoy de acuerdo con su investigación porque el cumplimiento de la norma garantiza el desempeño de la carretera y alargando su periodo de vida empleando este elemento de AggreBind. Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

El autor (Burga & Montenegro, 2019) en su tesis de grado “Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI, Chiclayo” tiene como finalidad mejorar su estado esto porque presenta deformaciones en su pavimento como las grietas de piel de cocodrilo, hundimientos, entre otros elementos que dañan al pavimento estando de acuerdo con su análisis porque esta investigación se propone analizar el Efecto del Polímero Acrílico AGGREBIND en el Mejoramiento del Pavimento Flexible en la AV la Esperanza, Olmos 2021, porque los polímeros también han tenido como objeto formar una estructura impermeable al agua además de aumentar la cohesión entre las partículas, siendo esta característica muy importante en suelos gravosos y/o arcillosos. Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

El autor (Zúñiga, 2018) en su tesis de grado “Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Ca. Vrht, ca. La paz, ca. Pachacútec y av. Gran Chimú” tiene como finalidad verificar el comportamiento y las características del suelo, con los componentes del pavimento, esto trayendo una seguridad el periodo de vida largo del proyecto, estando de acuerdo en su investigación porque es importante porque mediante la propuesta que planteamos en esta tesis se lograr resistir los esfuerzos transmitidos por la base granular, siendo esta más económica que el material de base granular y por tener una capa de transición para controlar la supresión.

Comparando con las normativas vigentes esto nos garantiza que nuestro proyecto cumple con los parámetros dando viabilidad

VI. CONCLUSIONES

1. Según los resultados logrados en la presente indagación, se puede asegurar que la aplicación del polímero acrílico AggreBind influye en Mejoramiento técnico económico de Pavimentos. Debido a que se enseñó en la parte técnica, que la integración del polímero acrílico AggreBind crea cambios notables en el mejoramiento de las características del suelo, incrementado su capacidad de soporte de hasta 13 veces más con respecto al suelo natural y una dosificación óptima del AggreBind más agua, además ayuda que el suelo sea menos permeable, y tenga más grande rigidez.
2. Debido a que, al hacer una idónea dosificación se consigue una mejor resistencia en el suelo, cabe resaltar que, en la presente averiguación, la mejor dosificación del AggreBind es de 6lt/m³, lo que adquirió un costo CBR hasta 08 veces más con respecto al CBR natural del suelo.
3. Se concluyó que la función de soporte del suelo con la aplicación del AggreBind, influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Por ende, se puede concluir que aplicando el AggreBind incremento la capacidad portante hasta 52% en suelos arcillosos de baja plasticidad conforme con la categorización SUCS y suelos limosos según categorización AASHTO.
4. Debido a que se hizo un comparativo de absorción de agua con 83.67% de absorción de agua al suelo natural, 64.23% al suelo mejorado con AggreBind y 50% al suelo mejorado y sellado con AggreBind. Al final se puede concluir el sellante AggreBind disminuye en un 50% en absorber agua, lo que influirá mucho en la salvaguardando de la composición del pavimento frente a cualquier derrame y estéticamente forma un aspecto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Con respecto al polímero acrílico AggreBind, Se ofrece su aplicación en suelos finos de baja capacidad portante.
2. Para realizar pavimentaciones viales con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se recomienda realizar ensayos de CBR con distintas dosificaciones, con la finalidad de obtener la óptima relación de AggreBind más agua.
3. Se propone hacer la composición del pavimento utilizando el polímero acrílico AggreBind como base y la carpeta de rodadura de asfalto para mejor comportamiento, estética y duración de la vía.
4. En sitios con elevado friaje, la pavimentación con la aplicación del polímero acrílico AggreBind no es bastante sugiere. Empero si se quiere pavimentar con el AggreBind en dichos sitios con temperatura bastante baja, se propone el utilizar como base el polímero AggreBind y asfalto modificado como carpeta de rodadura.
5. Se sugiere hacer pavimentaciones con el polímero acrílico más sellante AggreBind en pueblos de bajos recursos que carecen de pavimentos viales.

REFERENCIAS

- Almacaña, J. (2017). Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles tradicionales. Ecuador: Universidad técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25265/1/Tesis%201114%20-%20Aimaca%C3%B1a%20Iza%20Juan%20Carlos.pdf>
- ALARCÓN, G., & TERÁN, J. (2019). *Variación de los parámetros de resistencia al corte con diferentes grados de saturación en suelos*. Lima: Universidad San Martín de Porres. Obtenido de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6059>
- CAZORLA, M. (2014). *Metodología para la evaluación del pavimento flexible y propuesta de soluciones de rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la inspección visual*. Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/metodologia-para-la-evaluacion-del-pavimento-flexible-y-propuesta-de-soluciones-de-rehabilitacion-de-un-tramo-de-carretera-a-partir-de-la-inspeccion-visual/oclc/823744905>
- Gerente regional de Transportes y Comunicaciones. (2019). *El 70% de las carreteras de Lambayeque deben ser reparadas*. Lambayeque: MTC. Obtenido de <https://peru21.pe/lima/70-carreteras-lambayeque-deben-reparadas-88219-noticia/>
- HIROOKA, A., VARGAS, F., & SILVA, C. (2018). *Effect of variation of the average daily volume and traffic growth rate on flexible pavements performance*. Brasil: Ingeniare. Revista de ingeniería. Obtenido de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=3a4c8d4f-0982-4a89-b73a-48e5dee65530%40sessionmgr101>
- IZA, J. C. (2017). *Estudio comparativo del comportamiento a compresión de pavimentos asfálticos a base de polímeros y pavimentos flexibles*. Ecuador. Miniserio de transportes y comunicaciones. (2020). *MTC: Provías Nacional reanudará la ejecución de 10 obras de carreteras y 42 puentes*. Perú: MTC. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/165890-mtc-provias-nacional-reanudara-la-ejecucion-de-10-obras-de-carreteras-y-42-puentes>

PORRAS, P., TOVAS, A., & REYES, O. (2017). *Design, building and instrumentation of the rutting equipment for flexible pavements*. Colombia: rupo de Investigación Geotecnia. doi:<https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.665>

QUIÑONES, K. (2017). *DIAGNÓSTICO Y DISEÑO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE: AVENIDA ALFONSO UGARTE*. Huancayo: Universidad Peruana de los Andes. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/265/KORI%20QUIN%CC%83ONES%20PAUCAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REVISTA PERÚ CONSTRUYE. (2020). *Línea 2 del Metro: Inversión en enero fue de solo US\$ 1 millón*. Perú: Ositran. Obtenido de <https://peruconstruye.net/tag/carreteras/>

SALAMANCA, M., & Zuluaga, S. (2015). *DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DE LOS MÉTODOS INVIAS, AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA LA VÍA LA YE - SANTA LUCIA BARRANCA*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2569/2/Dise%C3%B1o-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca_Lebrija.pdf

SÁNCHEZ, O. (2019). *DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA AYACUCHO -*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal. Obtenido de http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3306/UNFV_SANCHEZ_VASQUEZ_OSCAR_ALEJANDRO_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SANTELICE, C., HERRERA, R., & MUÑOZ, F. (2019). *Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000300242&lng=es&nrm=iso

SARAVIA, P., & VEJARANO, F. (2019). *Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la*

Carretera Huanchaco – Santiago de Cao. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13160>

ZUÑIGA, O. (2018). *Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Ca. Vrht, ca. La paz, ca. Pachacutec y av. Gran Chimu*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5015/Zu%c3%b1iga%20Chepe%2c%20Oscar%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Distribuidora Norte Pacasmayo SRL -DINO. (2018). *Prefabricados*. Lima. Obtenido de <http://www.dino.com.pe/productos/prefabricados/>

Andina. (23 de marzo de 2018). Municipio de San Borja ordena tránsito en Av. Aviación. *Agencia peruana de Noticias*. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de <http://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=548636>

Arsenio, V. (SETIEMBRE de 2010). *Pavimentos en infraestructura vial*. CHILE. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=535&tip=2&xit=pavimentos-en-infraestructura-vial-avances-y-desafios>

Bernal, I. (03 de noviembre de 2015). Importancia de la ingeniería civil en el siglo xxi. una perspectiva. *Milenio*. Recuperado el 25 de abril de 2018, de http://www.milenio.com/firmas/expresiones_udlap/Importancia-Ingenieria-Civil-XXI-perspectiva_18_621717872.html

BORJA, M. (2012). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA INGENIEROS*. CHICLAYO.

Céspedes, M. (2014). ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y MAPEO GEOGRÁFICO DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN MAL ESTADO DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE VALDIVIA. Valdivia, Chile. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfccic422a/doc/bmfccic422a.pdf>

Chang, L. (2011). *California Bearing Ratio*. Recuperado el 17 de Junio de 2018, de <https://docplayer.es/4233704-C-b-r-california-bearing-ratio.html>

Colegio de Ingenieros del Perú. (1999). Código de ética del CIP. Obtenido de http://www.cip-trujillo.org/multimedia/documentos_normativos/pdf/cetica.pdf

Congreso de la Republica. (2013). CATEGORIZACION DE CENTROS POBLADOS. Peru. Recuperado el 29 de junio de 2018, de

www.bifurcaciones.cl/2013/03/el-concepto-de-barrio-y-el-problema-de-su-delimitacion/

Navarro, T. E. (2013). *Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón*. CHILE: Gráfica LOM. Recuperado el 19 de MAYO de 2018, de <file:///C:/Users/JUAN%20CHAMAYA/Downloads/Manual%20de%20Disen%CC%83o%20de%20Pavimentos%20de%20Adoquines%20de%20Hormigo%CC%81n.pdf>

Nova, J. (2017). *PROPUESTA DE REHABILITACION DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE 127D ENTRE CARRERAS 93F Y CARRERA 96 BARRIO EL RUBI, DE LA LOCALIDAD DE SUBA-BOGOTA*. Nueva Granada. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16526/3/NovaMorenoJoseDanian2017.pdf>

Palomares, J. (2011). *Hacia una definición de los Espacios Urbanos*. México. Obtenido de <https://arqjespalfra.wordpress.com/hacia-una-definicion-de-los-espacios-abiertos-urbanos/>

Panamericana Televisión. (2017). Accesos a Vichayito, Máncora y Los Órganos afectados por emergencia. Máncora. Obtenido de <http://tnews.com.pe/accesos-a-vichayito-mancora-y-los-organos-afectados-por-emergencia/>

Perú 21. (07 de Julio de 2017). El 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental. Obtenido de <https://peru21.pe/economia/89-9-carreteras-pavimentadas-nivel-departamental-85563>

Peru Construye. (6 de Marzo de 2018). *Pavimentos: Soluciones flexibles y rígidas*. (P. CONSTRUYE, Ed.) Lima: Editora Digamma S.A.C. Recuperado el 17 de MAYO de 2018, de <http://www.peruconstruye.net/pavimentos-soluciones-flexibles-y-rigiditas/>

Reyes, S. (6 de Agosto de 2018). Carreteras En Mal Estado. Obtenido de <https://www.prensalibre.com/Tag/carreteras-en-mal-estado/72145>

Rojas. (2017). *Problemática de los pavimentos en el Perú*. Lima. Recuperado el 1 de Junio de 2018, de <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>

Rondon, H. A. (2009). *Pavimentos*. Bogota. Recuperado el 15 de Mayo de 2018

Universidad César Vallejo. (2015). Manual de trabajos de investigación. Recuperado el 15 de mayo de 2018

Vargas. (2012). *Ingeniería de Tránsito: Conceptos Básicos*. Bogotá: UD. Recuperado el 25 de Junio de 2018

Gutiérrez, L. W. (2013). Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú. LIMA, PERÚ. Recuperado el 26 de junio de 2018, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/809/1/gutierrez_lj.pdf

López Tarabochia, M. (23 de marzo de 2017). Las terribles cifras que dejan las lluvias en Perú. *sostenible*. Recuperado el 29 de ABRIL de 2018, de <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/peru-las-terribles-cifras-de-el-nino-costero/37381>

M.D.C.P.S. (2013). *MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL BARRIO MARCOS HERRERA TUME, DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES*.

Meneses, G. (7 de julio de 2017). Corrupción, problema que enfrenta ingeniería civil. *Alternativo MX*. Obtenido de <http://alternativo.mx/2017/07/corruccion-problema-enfrenta-ingenieria-civil/>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Lima, Perú. Recuperado el 19 de Mayo de 2018, de http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/glosario_final_con_RM.pdf

Ministerio del Interior. (2012). En *Glosario de términos de geografía urbana*. Recuperado el 25 de junio de 2018, de <http://vocabulariogeografico.blogspot.com/2012/02/urbanizacion.html>

Mora, A. (2015). *DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA URBANIZACION CABALLERO Y GONGORA, MUNICIPIO DE HONDA - TOLIMA*. Bogotá. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://repository.ucatolica.edu.co:8080/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20rigido%20para%20la%20urbanizaci%C3%B3n%20caballero%20Gongora%2C%20Municipio%20de%20Honda-Tolima.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Variable dependiente: Diseño de pavimento flexible	Se entiende como aquel compuesto por una carpeta asfáltica utilizando el agregado fino o grueso, agregando material bituminoso obtenido por el asfalto, consiste en una carpeta delgada construida sobre varias capas es decir la base y sub base, esto es importante porque su estructura de flexión depende de las cargas que existen en él. (Villasis, 2016, p. 306).	Este tipo de pavimentos está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Castaño, 2019, p. 20).	Levantamiento topográfico	Trazo longitudinal	m.s.n.m
				Perfiles longitudinales	Km
				Vista en planta	m
				Secciones transversales	m ²
			Estudio de mecánica de suelos	Contenido de humedad	%
				Óptimo contenido de humedad	gr/cm ²
				Granulometría	%
				Límites de consistencia	%
				C.B. R	%
				Densidad máxima	%
Peso específico	gr/cm ³				
	Precipitaciones	mm/día			
Variable independiente: Polímero acrílico AggreBind	Es importante porque nace de la intención de disminuir la energía requerida para la aplicación de cementos asfálticos en las carreteras. (Villasis, 2016, p. 306).	Polímero acrílico AggreBind la esencia del uso del agente de estabilización Aggrebind consiste en el hecho de que el tratamiento de suelos por la solución de agua del agente de estabilización da como resultado la formación de estructuras sólidas resistentes al agua que se pueden usar en la construcción de carreteras como la capa principal y única del revestimiento de la carretera." (AggreBind SAC, 2020, P.04)	Propiedades físicas	Parámetros de diseño: velocidad directriz, trazo, alineamientos, perfil longitudinal, secciones transversales	m, km
				Derecho de vía	m
				Granulometría	S/.
					S/.
					S/.
					S/.
Peso específico	S/.				
	S/.				
Contenido de humedad	S/.				
	S/.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

Titulo	Realidad problemática	Objetivos	Población y muestra
<p>“Efecto del Polímero Acrílico AGGREBIND en el Mejoramiento del Pavimento Flexible en la AV la Esperanza, Olmos 2021”</p>	<p>En el área de intervención se cuenta con una población de 1078 habitantes cuya necesidad de tener un lugar para habitar ocuparon las zonas aledañas a las lagunas de estabilización de la provincia, en la actualidad solo cuentan con el servicio de electricidad provisional, las casas en su gran mayoría son de adobe.</p>	<p>El objetivo general de la investigación es Diseño de un pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind en la Av. Pueblo Joven Señor de los Milagros, Olmos - Lambayeque. .</p>	<p>Población: Para definir población; Hernández, Fernández y Baptista (2010), sostiene que es el “conjunto de elementos que concuerdan con especificaciones y objetivos propios de la investigación” (p. 174). Reparación de baches y construcción de vías. En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por 02 calicatas de 1mx1mx1m en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque.</p>
	<p>Formulación del problema ¿De qué manera el polímero acrílico AggreBind influye en el diseño de pavimentos en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque?</p> <p>Justificación del estudio Teniendo como siguiente justificación social porque al realizar un estudio sobre el uso de pavimento flexible incorporando el acrílico aggrebind en el Tramo Filoque Grande permitirá mejorar la calidad de vida a los pobladores de la zona, debido que se tendrá una mayor transitabilidad vías entre ambos tramos incrementando el acceso en la zona</p> <p>Hipótesis La hipótesis planteada es: La incorporación del polímero acrílico Aggrebind (65%) influye en el diseño de pavimentos reduciendo los espesores de capa en la Av. La Esperanza, Olmos Lambayeque.</p>	<p>Diseño de Investigación</p> <p>El tipo de investigación según Hurtado (2014) será aplicada, debido que tomando como base la fundamentación teórica y normas sobre la variable de estudio, se realizará el diseño del pavimento flexible con Polímero acrílico AggreBind en la Av. La Esperanza, Olmos - Lambayeque.</p>	<p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</p> <p>Técnica de Recolección de Observación: Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) manifiesta que la observación debida que facilitará reconocer cual es la realidad actual o estado que está presentando en la Av. La Esperanza, Olmos-Lambayeque.</p> <p>Aspectos Éticos Criterio de neutralidad: esto ocurre cuando no se inducirá una realidad sino se expondrá como el estado en que se encuentra el estado actual del tramo evaluado; es por ello el investigador escribirá la información sin la intervención o alteración del estado real de las variables de estudio.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Estudios de laboratorio

ENSAYOS DE LABORATORIO	
------------------------	--

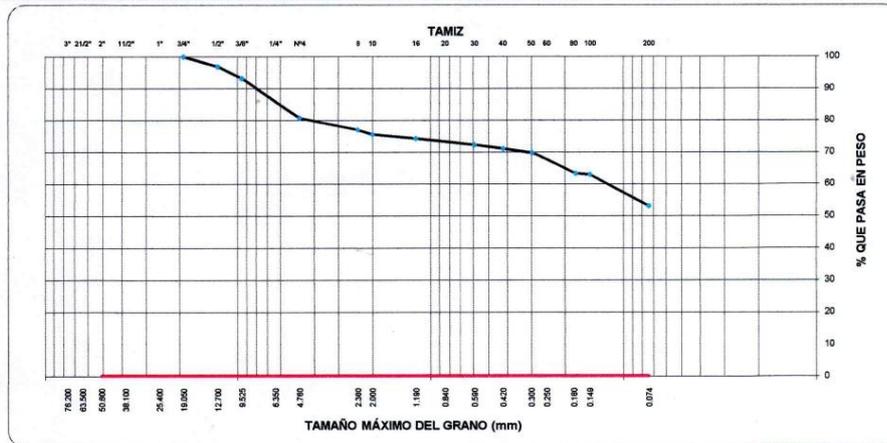
CASA/APS/ITEC-	Proyecto N°: 0001-2020	Revisión N°: A	Hoja: 1 de 1	Registro N°: 001
----------------	------------------------	----------------	--------------	------------------

ANALISIS GRANULOMETRICO - ASTM D422- AASHTO T88- MTC E107-2000

CERTIFICADO N° : 001	MATERIAL : CALCATA 01
REALIZADO POR : A.P.L.	CANTERA : -
FECHA DE MUESTREO : 02/05/2021	UBICACIÓN : AV. LA ESPERANZA - OLMOS
FECHA DE ENSAYO : 02/05/2021	PROGRESIVA : -
MUESTRA : M-01	TRAMO : -

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra
						mm	%	
3"	76.200					-	-	
2 1/2"	63.500					-	-	
2"	50.800					-	-	Peso de la Muestra: 1260.9 gr
1 1/2"	38.100					-	-	Fracción Finos: 1260.9 gr
1"	25.400					-	-	Clasificación SUCS: CL-ML
3/4"	19.050				100.0	-	-	Clasificación AASHTO: A-4
1/2"	12.700	40.0	3.2	3.2	96.8	-	-	Límite Líquido: 21.0
3/8"	9.525	46.4	3.7	6.9	93.1	-	-	Límite Plástico: 15.9
1/4"	6.350					-	-	Índice de Plasticidad: 5.1
4	4.760	156.5	12.4	19.3	80.7	-	-	Humedad Natural: 3.6%
8	2.380	57.2	3.7	22.9	77.1	-	-	% Grava: 19.3%
10	2.000	22.7	1.5	24.4	75.6	-	-	% Arena: 80.7%
16	1.190	21.0	1.3	25.7	74.3	-	-	% Fino: 53.1%
20	0.840					-	-	
30	0.590	29.9	1.9	27.6	72.4	-	-	
40	0.420	20.0	1.3	28.9	71.1	-	-	
50	0.297	20.0	1.3	30.2	69.8	-	-	
80	0.177	100.8	6.5	36.7	63.3	-	-	
100	0.149	5.9	0.4	37.0	63.0	-	-	
200	0.074	154.8	9.9	46.9	53.1	-	-	
< 200	-	828.6	53.1	100.0	0.0	-	-	

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D:
Firma: <i>[Firma]</i>	M:
LUIS GORDILLO PESCORAN TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D:
Firma: <i>[Firma]</i>	M:
OSCAR HERNÁN ALVARADO SANCHEZ ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Aprobado por	
Nombre:	D:
Firma:	M:
	A:

ENSAYOS DE LABORATORIO	
------------------------	--

**CONTROL DE HUMEDAD
(NORMA AASHTO T-265)**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CERTIFICADO N°	: 001	MUESTRA	: CALICATA 01
REALIZADO POR	: A.P.L.	MATERIAL	-
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	CANTERA	: AV. LA ESPERANZA - OLMOS
HORA MUESTRO	-	UBICACIÓN	-
FECHA ENSAYO	: 2/05/2021	PROGRESIVA	-

MUESTRA	MUESTRA TOMADO EN CAMPO		PROMEDIO
N° de Ensayo	N° 01	N° 02	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	500.00		
Peso de Tarro + Suelo Seco	482.50		
Peso del Agua	17.50		
Peso del Tarro	0.00		
Peso de Muestra Seca	482.50		
Contenido de Humedad	3.6		

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Elaborado por

Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	M:
Firma:	A:
LUIS GORDILLO PESCORÁN	
TEC. LABORATORIO	

Revisado por

Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	M:
Firma:	A:
OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ	
ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Supervisado por

Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

ENSAYOS DE LABORATORIO		
------------------------	--	--

CV/APS/ITEC-005-02	Proyecto N°: 0001-2020	Revisión N°: A	Hoja: 1 e: 1	Registro N°: 001
--------------------	------------------------	----------------	--------------	------------------

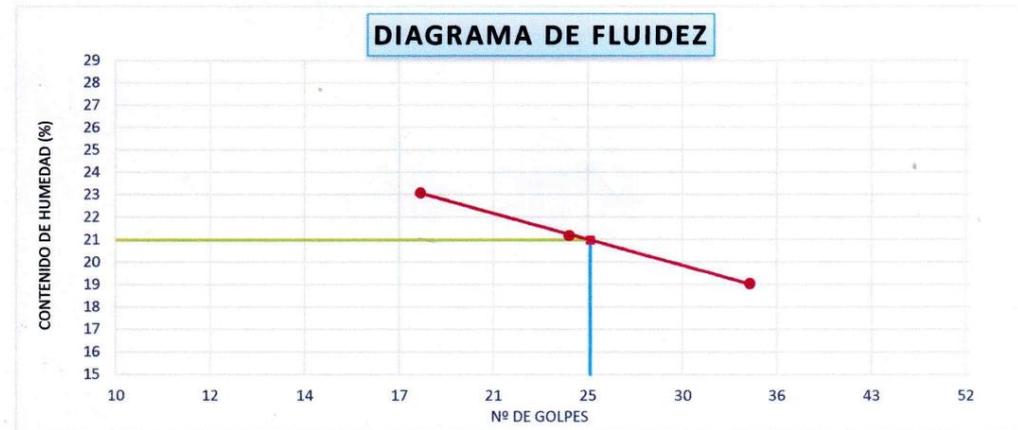
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO - ÍNDICE DE PLASTICIDAD - LÍMITE DE CONTRACCIÓN - ASTM 4318

CERTIFICADO N° : 001	MUESTRA : CALICATA 01
REALIZADO POR : A.P.L.	MATERIAL -
FECHA MUESTREO : 2/05/2021	CANTERA : AV. LA ESPERANZA - OLM
HORA MUESTRO -	UBICACIÓN -
FECHA ENSAYO : 2/05/2021	PROGRESIVA -

LIMITES DE ATTERBERG

N° de Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
N° de golpes	34	24	18		
Recipiente N°	12	5	14	9	6
Recipiente + Suelo húmedo	59.82	54.23	60.52	22.79	21.40
Recipiente + Suelo seco	56.39	50.92	56.90	21.73	20.10
Peso del agua	3.43	3.31	3.62	1.06	1.30
Peso del recipiente	38.38	35.30	41.22	15.04	11.94
Peso del Suelo Seco	18.01	15.62	15.68	6.69	8.16
% de Humedad	19.04	21.19	23.09	15.84	15.93

ENSAYOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS	EVALUACIÓN	OBSERVACIÓN
Límite Líquido		21.0	-	
Límite Plástico	-	15.9	-	
Humedad Natural	-	-	-	
Índice Plasticidad	11% máx	5.1	CUMPLE	



Elaborado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D: M:
Firma: <i>[Firma]</i>	A:
LUIS GORDILLO PESCORAN TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D: M:
Firma: <i>[Firma]</i>	A:
OSCAR HERNAN ALVARADO SANCHEZ ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Aprobado por	
Nombre:	D:
Firma:	A:



ENSAYOS DE LABORATORIO



MATERIA ORGANICA EN SUELOS PÉRDIDA POR IGNICIÓN
NORMA AASHTO T 267 - MTC-E118-2000

CERTIFICADO N°	: 001	MUESTRA	CALICATA 01
REALIZADO POR	: A.P.L.	MATERIAL	:-
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	CANTERA	AV. LA ESPERANZA - OLA
HORA MUESTREO	: 12:00:00 AM	UBICACIÓN	:-
FECHA ENSAYO	: 1/01/1900	PROGRESIVA	-

MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03		
N° de Ensayo					
N° Recipiente					
Peso del Suelo Seco Bruto	A	300.00	300.00	300.00	
Peso Suelo Despues de Combustion	B	297.40	298.20	298.40	
Peso del Recipiente	C		0.00	0.00	
Contenido de Material Consumidas en Combustion	A-B	2.60	1.80	1.60	
Peso del Suelo Seco Neto		297.40	298.20	298.40	
% de Material Consumido en Combustion *100		0.87	0.60	0.54	0.67

La Formula Según la Norma AASHTO T 267 Es

A-B*100

B-C

Observaciones :

Elaborado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	A
Firma:	M:
<i>[Firma]</i>	A:
LUIS GORDILLO PESCORAN	
TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	A
RENOVA FENOMENO DEL NIÑO LA BAYEQUE PURA SECTOR II	M:
Firma:	A:
<i>[Firma]</i>	
OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ	
ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Supervisado por	
Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:



ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

CERTIFICADO N°	: 001	MATERIAL	: CALICATA 01
REALIZADO POR	: A.P.L.	CANTERA	-
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	UBICACIÓN	: AV. LA ESPERANZA - OLMOS
FECHA ENSAYO	: 2/05/2021	PROGRESIVA	-
FECHA ENSAYO	: M-01	TRAMO	-

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5845	5957	6008	5960
PESO DE MOLDE (gr)	3895	3895	3895	3895
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1950	2062	2113	2065
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	925	925	925	925
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.108	2.229	2.284	2.232
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.955	2.034	2.047	1.967
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	463.80	456.20	448.00	440.50
PESO DE LA TARA (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA (gr)	36.20	43.80	52.00	59.50
PESO DE SUELO SECO (gr)	463.80	456.20	448.00	440.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.81	9.60	11.61	13.51
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.053		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
			10.9	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Elaborado por

Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
D:
M:
Firma: LUIS GORDILLO PESCORAN
TEC. LABORATORIO

Revisado por

Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
D:
M:
Firma: OSCAR HERNAN ALVARADO SANCHEZ
ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

Aprobado por

Nombre:
D:
M:
Firma:
A:

ENSAYOS DE LABORATORIO	
------------------------	--

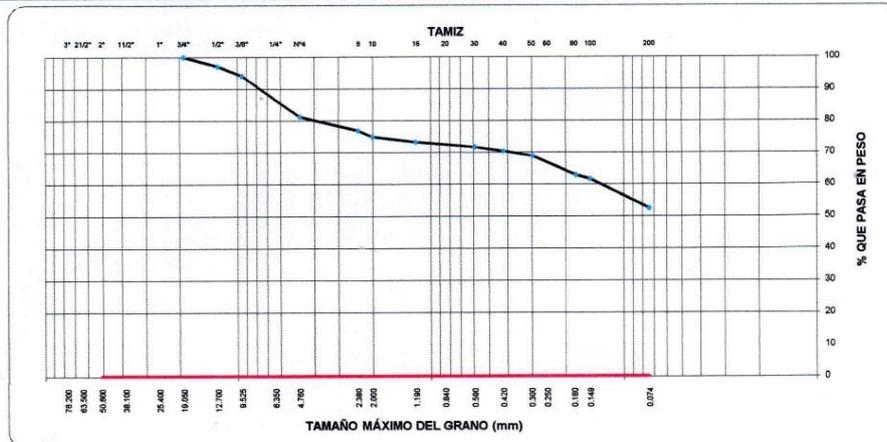
CASA/APS/ITEC-	Proyecto N°: 0001-2020	Revisión N°: A	Hoja: 1 de 1	Registro N°: 002
----------------	------------------------	----------------	--------------	------------------

ANALISIS GRANULOMETRICO - ASTM D422- AASHTO T88- MTC E107-2000

CERTIFICADO N° : 002	MATERIAL : CALICATA 02
REALIZADO POR : A.P.L.	CANTERA : -
FECHA DE MUESTREO : 02/05/2021	UBICACIÓN : AV. LA ESPERANZA - OLMOS
FECHA DE ENSAYO : 02/05/2021	PROGRESIVA : -
MUESTRA : M-02	TRAMO : -

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra
3"	76.200					-	-	
2 1/2"	63.500					-	-	
2"	50.800					-	-	Peso de la Muestra: 1300.5 gr
1 1/2"	38.100					-	-	Fracción Finos: 1300.5 gr
1"	25.400					-	-	Clasificación SUCS : CL-ML
3/4"	19.050				100.0	-	-	Clasificación AASHTO : A-4
1/2"	12.700	38.0	2.9	2.9	97.1	-	-	Limite Líquido : 24.6
3/8"	9.525	40.0	3.1	6.0	94.0	-	-	Limite Plástico : 18.8
1/4"	6.350					-	-	Índice de Plasticidad : 5.8
4	4.760	165.0	12.7	18.7	81.3	-	-	Humedad Natural : 3.7%
8	2.380	72.0	4.5	23.2	76.8	-	-	% Grava 18.7%
10	2.000	30.4	1.9	25.1	74.9	-	-	% Arena 81.3%
16	1.190	27.2	1.7	26.8	73.2	-	-	% Fino 52.4%
20	0.840					-	-	
30	0.590	24.0	1.5	28.3	71.7	-	-	
40	0.420	22.4	1.4	29.7	70.3	-	-	
50	0.297	24.0	1.5	31.2	68.8	-	-	
80	0.177	94.4	5.9	37.1	62.9	-	-	
100	0.149	19.2	1.2	38.3	61.7	-	-	
200	0.074	148.8	9.3	47.6	52.4	-	-	
< 200	-	838.1	52.4	100.0	0.0	-	-	

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
M:	
Firma:	
LUIS GORGILLO PESCORAN TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
M:	
Firma:	
OSCAR HERNAN ALVARADO SANCHEZ ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Aprobado por	
Nombre:	D:
M:	
Firma:	
A:	

ENSAYOS DE LABORATORIO	
------------------------	--

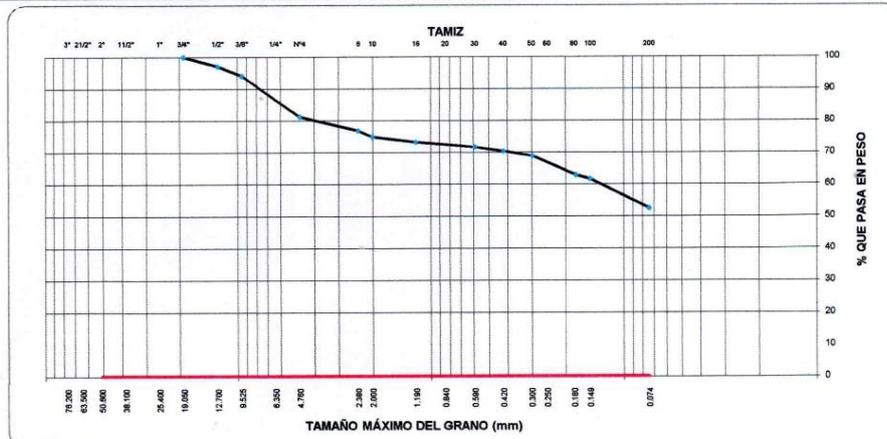
CASA/APS/ITEC-	Proyecto N°: 0001-2020	Revisión N°: A	Hoja: 1 de 1	Registro N°: 002
----------------	------------------------	----------------	--------------	------------------

ANALISIS GRANULOMETRICO - ASTM D422- AASHTO T88- MTC E107-2000

CERTIFICADO N° : 002	MATERIAL : CALICATA 02
REALIZADO POR : A.P.L.	CANTERA : -
FECHA DE MUESTREO : 02/05/2021	UBICACIÓN : AV. LA ESPERANZA - OLMOS
FECHA DE ENSAYO : 02/05/2021	PROGRESIVA : -
MUESTRA : M-02	TRAMO : -

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra
3"	76.200					-	-	
2 1/2"	63.500					-	-	
2"	50.800					-	-	Peso de la Muestra: 1300.5 gr
1 1/2"	38.100					-	-	Fracción Finos: 1300.5 gr
1"	25.400					-	-	Clasificación SUCS : CL-ML
3/4"	19.050				100.0	-	-	Clasificación AASHTO : A-4
1/2"	12.700	38.0	2.9	2.9	97.1	-	-	Limite Líquido : 24.6
3/8"	9.525	40.0	3.1	6.0	94.0	-	-	Limite Plástico : 18.8
1/4"	6.350					-	-	Índice de Plasticidad : 5.8
4	4.760	165.0	12.7	18.7	81.3	-	-	Humedad Natural : 3.7%
8	2.380	72.0	4.5	23.2	76.8	-	-	% Grava : 18.7%
10	2.000	30.4	1.9	25.1	74.9	-	-	% Arena : 81.3%
16	1.190	27.2	1.7	26.8	73.2	-	-	% Fino : 52.4%
20	0.840					-	-	
30	0.590	24.0	1.5	28.3	71.7	-	-	
40	0.420	22.4	1.4	29.7	70.3	-	-	
50	0.297	24.0	1.5	31.2	68.8	-	-	
80	0.177	94.4	5.9	37.1	62.9	-	-	
100	0.149	19.2	1.2	38.3	61.7	-	-	
200	0.074	148.8	9.3	47.6	52.4	-	-	
< 200	-	838.1	52.4	100.0	0.0	-	-	

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D: _____
Firma: <i>[Firma]</i>	M: _____
LUIS GORGILLO PESCORAN TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	D: _____
Firma: <i>[Firma]</i>	M: _____
OSCAR HERNAN ALVARADO SANCHEZ ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Aprobado por	
Nombre: _____	D: _____
Firma: _____	M: _____
	A: _____

ENSAYOS DE LABORATORIO	
------------------------	--

**CONTROL DE HUMEDAD
(NORMA AASHTO T-265)**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CERTIFICADO N°	: 002	MUESTRA	: CALICATA 02
REALIZADO POR	: A.P.L.	MATERIAL	-
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	CANTERA	: AV. LA ESPERANZA - OLMOS
HORA MUESTRO	-	UBICACIÓN	-
FECHA ENSAYO	: 2/05/2021	PROGRESIVA	-

MUESTRA	MUESTRA TOMADO EN CAMPO		PROMEDIO
	N° 01	N° 02	
N° de Ensayo			
Peso de Tarro + Suelo Humedo	501.30		
Peso de Tarro + Suelo Seco	483.40		
Peso del Agua	17.90		
Peso del Tarro	0.00		
Peso de Muestra Seca	483.40		
Contenido de Humedad	3.7		

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Elaborado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
Firma:	M:
LUIS GORDILLO PESCORAN TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A. REHAB. PAVIMENTO DEL NIÑO LAMBUEQUE PUNTA SECTOR II	
Firma:	M:
OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Supervisado por	
Nombre:	D:
Firma:	M:
	A:

ENSAYOS DE LABORATORIO

CV/APSP/ITEC-005-02 Proyecto N°: 0001-2020 Revisión N°: A Hoja: 1 e: 1 Registro N°: 001

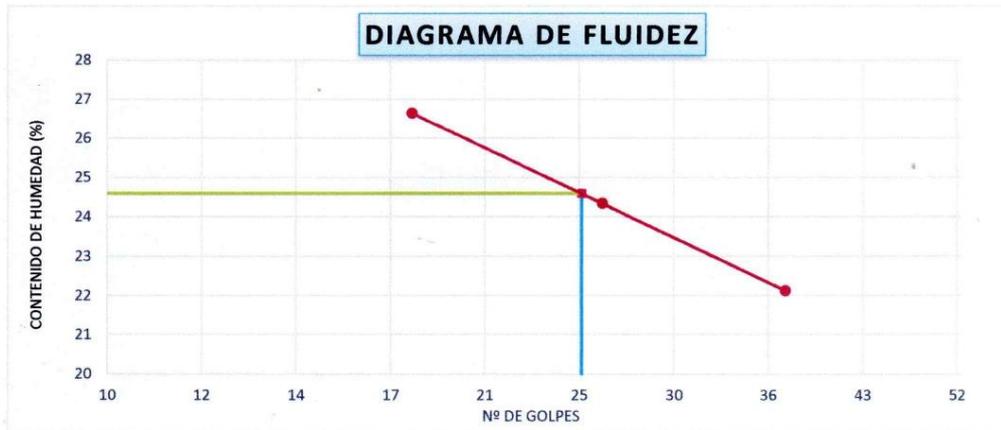
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO - ÍNDICE DE PLASTICIDAD - LÍMITE DE CONTRACCIÓN - ASTM 4318

CERTIFICADO N° : 002	MUESTRA : CALICATA 02
REALIZADO POR : A.P.L.	MATERIAL -
FECHA MUESTREO : 2/05/2021	CANTERA : AV. LA ESPERANZA - OLM
HORA MUESTRO -	UBICACIÓN -
FECHA ENSAYO : 2/05/2021	PROGRESIVA -

LIMITES DE ATTERBERG

N° de Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
N° de golpes	37	26	18		
Recipiente N°	1	2	3	3	1
Recipiente + Suelo húmedo	60.30	61.40	62.20	24.30	22.50
Recipiente + Suelo seco	55.80	56.60	56.90	22.40	20.90
Peso del agua	4.5	4.8	5.3	1.90	1.60
Peso del recipiente	35.46	36.88	37.01	12.4	12.29
Peso del Suelo Seco	20.34	19.72	19.89	10.00	8.61
% de Humedad	22.12	24.34	26.65	19.00	18.58

ENSAYOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS	EVALUACIÓN	OBSERVACIÓN
Límite Líquido		24.6	-	
Límite Plástico	-	18.8	-	
Humedad Natural	-	-	-	
Índice Plasticidad	11% máx	5.8	CUMPLE	



Elaborado por

Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A	
Firma:	M:
LUIS GORRILLO PESCORAN	
TEC. LABORATORIO	

Revisado por

Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A	
RESA. PAVIMENTO DEL NIÑO LAMBAYEQUE PILA SECTOR II	
Firma:	M:
OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ	
ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Aprobado por

Nombre:	D:
Firma:	M:



ENSAYOS DE LABORATORIO



MATERIA ORGANICA EN SUELOS PÉRDIDA POR IGNICIÓN
NORMA AASHTO T 267 - MTC-E118-2000

CERTIFICADO N°	: 002	MUESTRA	CALICATA 02
REALIZADO POR	: A.P.L.	MATERIAL	: -
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	CANTERA	AV. LA ESPERANZA - OLMA
HORA MUESTREO	: 12:00:00 AM	UBICACIÓN	: -
FECHA ENSAYO	: 2/01/1900	PROGRESIVA	-

MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03		
N° de Ensayo					
N° Recipiente					
Peso del Suelo Seco Bruto	A	300.00	300.00	300.00	
Peso Suelo Despues de Combustion	B	298.10	297.90	298.00	
Peso del Recipiente	C	0.0	0.00	0.00	
Contenido de Material Consumidas en Combustion	A-B	1.90	2.10	2.00	
Peso del Suelo Seco Neto		298.10	297.90	298.00	
% de Material Consumido en Combustion *100		0.64	0.70	0.67	0.67

La Formula Según la Norma AASHTO T 267 Es

A-B*100

B-C

Observaciones :

.....

.....

.....

Elaborado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
Firma:	M:
<i>[Firma]</i>	
LUIS GORDILLO PESCORAN	A:
TEC. LABORATORIO	

Revisado por	
Nombre:	D:
CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
REVIS. FENOMENO DEL NIÑO LLAMAYEQUE PIURA SECTOR II	
Firma:	M:
<i>[Firma]</i>	
OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ	A:
ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	

Supervisado por	
Nombre:	D:
Firma:	M:
	A:



ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T-180 D

CERTIFICADO N°	: 002	MATERIAL	: CALICATA 02
REALIZADO POR	: A.P.L.	CANTERA	-
FECHA MUESTREO	: 2/05/2021	UBICACIÓN	: AV. LA ESPERANZA - OLMOS
FECHA ENSAYO	: 2/05/2021	PROGRESIVA	-
FECHA ENSAYO	: M-02	TRAMO	-

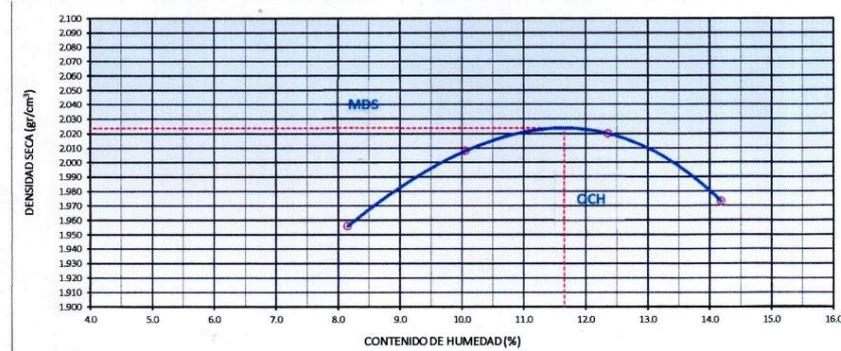
COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5852	5939	5994	5979
PESO DE MOLDE (gr)	3895	3895	3895	3895
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1957	2044	2099	2084
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	925	925	925	925
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.116	2.210	2.269	2.253
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.956	2.008	2.020	1.973

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	462.30	454.30	445.00	437.90
PESO DE LA TARA (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA (gr)	37.70	45.70	55.00	62.10
PESO DE SUELO SECO (gr)	462.30	454.30	445.00	437.90
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.15	10.06	12.36	14.18
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.024		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
			11.7	

CURVA DE COMPACTACIÓN



Elaborado por
 Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 D:
 M:
 Firma: LUIS GORDILLO PESCORAN
 TEC. LABORATORIO

Revisado por
 Nombre: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.
 D:
 M:
 Firma: OSCAR HERNÁN ALVARADO SÁNCHEZ
 ESR. SUELOS Y PAVIMENTOS

Aprobado por
 Nombre:
 D:
 M:
 Firma:

Tabla 1: Ensayo Granulométrico Calicata 2

Malla	Abert.	Peso	% Ret	% Ret	%	Descripción de la Muestra	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa	Que	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800					Peso de la Muestra:	1300.5 gr
1 1/2"	38.100					Fracción Finos:	1300.5 gr
1"	25.400					Clasificación SUCS:	CL-ML
3/4"	19.050				100.0	Clasificación AASHTO:	A-4
1/2"	12.700	38.0	2.9	2.9	97.1	Limite Liquido:	24.6
3/8"	9.525	40.0	3.1	6.0	94.0	Limite Plástico:	18.8
1/4"	6.350					Índice de Plasticidad:	5.8
4	4.760	165.0	12.7	18.7	81.3	Humedad Natural:	3.7%
8	2.380	72.0	4.5	23.2	76.8	% Grava	18.7%
10	2.000	30.4	1.9	25.1	74.9	% Arena	81.3%
16	1.190	27.2	1.7	26.8	73.2	% Fino	52.4%
20	0.840						
30	0.590	24.0	1.5	28.3	71.7		
40	0.420	22.4	1.4	29.7	70.3		
50	0.297	24.0	1.5	31.2	68.8		
80	0.177	94.4	5.9	37.1	62.9		
100	0.149	19.2	1.2	38.3	61.7		
200	0.074	148.8	9.3	47.6	52.4		
< 200	-	838.1	52.4	100.0	0.0		

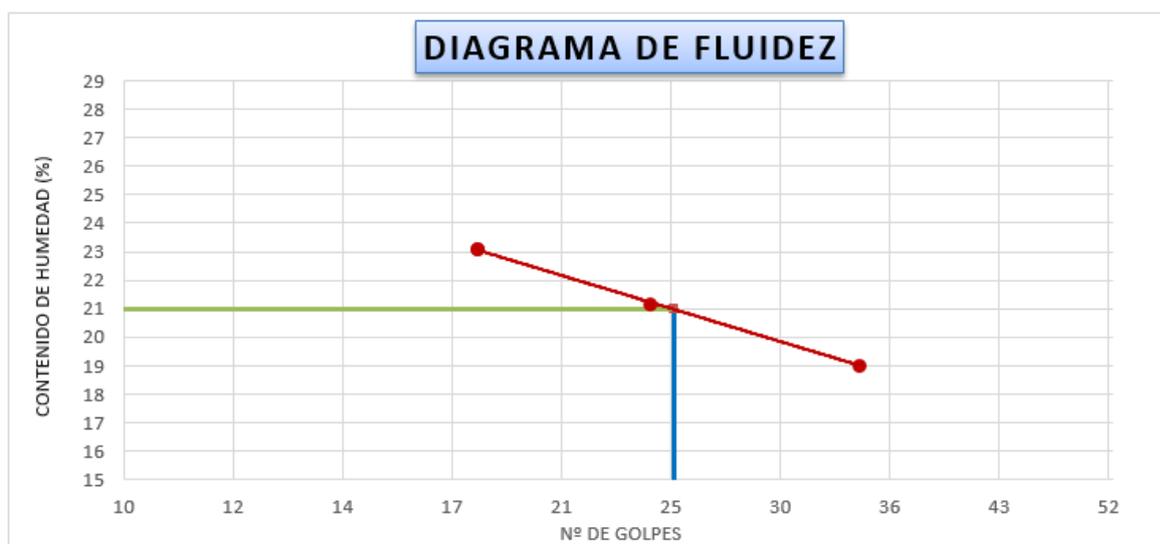
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 1

N° de Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
N° de golpes	34	24	18		
Recipient e N°	12	5	14	9	6
Recipiente + Suelo húmedo	59.82	54.2	60.5	22.79	21.4
Recipiente + Suelo seco	56.39	50.9	56.9	21.73	20.1
Peso del agua	3.43	3.31	3.62	1.06	1.30
Peso del recipiente	38.38	35.3	41.2	15.04	11.9
Peso del Suelo Seco	18.01	15.6	15.6	6.69	8.16
% de Humedad	19.04	21.1	23.0	15.84	15.9

Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Diagrama de fluidez de límites de Atterberg C-1



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 2

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
N° de Ensayo					
N° de golpes	37	26	18		
Recipiente N°	1	2	3	3	1
Recipiente + Suelo húmedo	60.30	61.40	62.20	24.30	22.50
Recipiente + Suelo seco	55.80	56.60	56.90	22.40	20.90
Peso del agua	4.5	4.8	5.3	1.90	1.60
Peso del recipiente	35.46	36.88	37.01	12.4	12.29
Peso del Suelo Seco	20.34	19.72	19.89	10.00	8.61
% de Humedad	22.12	24.34	26.65	19.00	18.58

ENSAYOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	EVALUACIÓN	OBSERVACIÓN
	N	S	N	
Límite Líquido		24.6	-	
Límite Plástico	-	18.8	-	
Humedad Natural	-	-	-	
Índice Plasticidad	11% máx	5.8	CUMPLE	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Ensayo de proctor modificado

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5845	5957	6008	5960
PESO DE MOLDE (gr)		3895	3895	3895	3895
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1950	2062	2113	2065
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)		925	925	925	925
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)		2.108	2.229	2.284	2.232
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.955	2.034	2.047	1.967
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		500.00	500.00	500.00	500.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		463.80	456.20	448.00	440.50
PESO DE LA TARA (gr)		0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA (gr)		36.20	43.80	52.00	59.50
PESO DE SUELO SECO (gr)		463.80	456.20	448.00	440.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		7.81	9.60	11.61	13.51
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.053	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.9	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Ensayo de proctor modificado

COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"		
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25		LADO
NUMERO DE CAPAS	:	5		
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5852	5939	5994
PESO DE MOLDE (gr)		3895	3895	3895
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1957	2044	2099
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)		925	925	925
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)		2.116	2.210	2.269
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.956	2.008	2.020
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°		s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		500.00	500.00	500.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		462.30	454.30	445.00
PESO DE LA TARA (gr)		0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA (gr)		37.70	45.70	55.00
PESO DE SUELO SECO (gr)		462.30	454.30	445.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.15	10.06	12.36
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2.024	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Ensayo granulométrico calicata 1

Malla	Abert.	Peso	% Ret	% Ret	%	Descripción de la Muestra	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Que		
					Pasa		
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800					Peso de la Muestra:	1260.9 gr
1 1/2"	38.100					Fracción Finos:	1260.9 gr
1"	25.400					Clasificación SUCS:	CL-ML
3/4"	19.050				100.0	Clasificación AASHTO:	A-4
1/2"	12.700	40.0	3.2	3.2	96.8	Limite Liquido:	21.0
3/8"	9.525	46.4	3.7	6.9	93.1	Limite Plástico:	15.9
1/4"	6.350					Índice de Plasticidad:	5.1
4	4.760	156.5	12.4	19.3	80.7	Humedad Natural:	3.6%
8	2.380	57.2	3.7	22.9	77.1	% Grava	19.3%
10	2.000	22.7	1.5	24.4	75.6	% Arena	80.7%
16	1.190	21.0	1.3	25.7	74.3	% Fino	53.1%
20	0.840						
30	0.590	29.9	1.9	27.6	72.4		
40	0.420	20.0	1.3	28.9	71.1		
50	0.297	20.0	1.3	30.2	69.8		
80	0.177	100.8	6.5	36.7	63.3		
100	0.149	5.9	0.4	37.0	63.0		
200	0.074	154.8	9.9	46.9	53.1		
< 200	-	828.6	53.1	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Ensayo de Proctor Modificado

MUESTRA	IDENTIFICACION			PROMEDIO
	Nº 01	Nº 02	Nº 03	
Nº de Ensayo				
Nº Recipiente	6	7	8	4
Peso del Suelo Seco Bruto	300.00	300.00	300.00	38.49
A				
Peso Suelo Después de Combustión	298.10	297.90	298.00	38.40
B				
Peso del Recipiente	0.0	0.00	0.00	0.09
C				
Contenido de Material Consumidas en Combustión A-B	1.90	2.10	2.00	33.8
Peso del Suelo Seco Neto	298.10	297.90	298.00	4.71
% de Material Consumido en Combustión *100	0.64	0.70	0.67	0.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Ensayo CBR Calicata 1

Descripción	CBR
RESULTADOS (0.2"):	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	35.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	28.4%
RESULTADOS (0.1"):	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	27.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	18.9%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Diseño de refuerzo

DISEÑO DEL REFUERZO METODO AASHTO 1993									
PROYECTO : EFECTO DEL POLIMERO ACRILICO AGGREGAND EN EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV LA ESPERANZA, OLMOS 2021.	TRAMO : LA ESPERANZA								
SECCION 4 : 65 - km	FECHA : 25/06/2021								
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :									
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES									
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	300.00								
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	38.25								
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	5.00								
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE									
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.63E+06								
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%								
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036								
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45								
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	6.00								
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0								
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5								
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20								
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO									
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA									
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.44								
Base granular (a2)	0.14								
Subbase (a3)	0.11								
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA									
Base granular (m2)	1.00								
Subbase (m3)	0.00								
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :									
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	6.00								
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	4.00								
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	1.30								
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.70								
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA									
	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">TEORICO</th> <th style="width: 50%;">PROPUESTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)</td> <td style="text-align: right;">25.0</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR BASE GRANULAR (cm)</td> <td style="text-align: right;">25.0</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)</td> <td style="text-align: right;">35.0</td> </tr> </tbody> </table>	TEORICO	PROPUESTO	ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	25.0	ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	25.0	ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	35.0
TEORICO	PROPUESTO								
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	25.0								
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	25.0								
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	35.0								
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	23.1								
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	23.6								
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.0								

Fuente: Elaboración propia

**DISEÑO DEL REFUERZO
METODO AASHTO 1993**

PROYECTO : EFECTO DEL POLIMERO ACRILICO AGGREBIND EN EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV LA ESPERANZA, OLMOS 2021.
SECCION 4 : 65 - km
TRAMO : LA ESPERANZA
FECHA : 25/06/2021

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
- B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)
- D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

- A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
Concreto Asfáltico Convencional (a₁)
Base granular (a₂)
Subbase (a₃)
- B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
Base granular (m₂)
Subbase (m₃)

DATOS	
	300.00
	38.25
	5.00
	1.63E+06
	85%
	-1.036
	0.45
	6.00
	4.0
	2.5
	20
	0.44
	0.14
	0.11
	1.00
	0.00

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	4.00
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	3.39
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.94
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.33

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	19.6	20.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	17.1	20.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Anexos 5. Panel fotográfico

Figura 1. CBR en posa de agua para su saturación



Fuente: 2021

Figura 2. Ensayo de Granulometría en malla n°4.



Fuente: 2021

Figura 3. Golpes para el ensayo de Proctor



Fuente: 2021

Figura 6: Ensayo del CBR para suelo natural y suelo con AggreBind



Fuente: 2021

